UNIV. OF
TORONTO
LIBRARY

Handbuch der Vererbungswissenschaft

herausgegeben von

E. Baur und M. Hartmann

Band III

Entstehung der Kulturpflanzen

von

E. Schiemann

Mit 96 Abbildungen u. 65 Tabellen

281367
1. 33
10.

Berlin
Verlag von Gebrüder Borntraeger
W 35 Schöneberger Ufer 12a
1932

Alle Rechte,
insbesondere das Recht der Übersetzung in fremde Sprachen, vorbehalten
Copyright 1932 by Gebrüder Borntraeger in Berlin

Buchdruckerei des Waisenhauses G. m. b. H. in Halle a. d. S.

Dem Andenken an Georg Schweinfurth

Inhaltsübersicht

Allgemeiner Teil

Seite

Einleitung 1

I. Methoden der phylogenetischen Forschung 3
A. Historisch-philologische Methoden 3
1. Archäologie und Geschichte S. 4.
Europäisches Neolithikum — Bronzezeit — Ägypten — Syrien — Mesopotamien — Vorderasien — China — Europäische Eisenzeit — Das klassische Altertum — Mittelalter — Neue Welt
2. Linguistik S. 6.

B. Biologische Methoden 7
3. Vergleichende Morphologie und 4. Pflanzengeographie
DE CANDOLLE — REGEL — VAVILOV. — VAVILOVS Mannigfaltigkeitszentren-Theorie S. 8. — Die systematisch-deskriptive Differentialmethode. — Die geographischen Expeditionen — Sammeln primitiver Typen.
5. Genetische Methoden 10
Kreuzbarkeit und Fertilität der Bastarde S. 10. — Cytologie S. 12: Kreuzungssterilität — Affinitäten — Chromosomenzahlen — Polyploidie. — Immunität S. 13. — Serologie S. 14. — Bastardierung S. 17; — Atavismus — Mutation S. 18: Genmutation und Aberration. — Häufigkeit und Verschiedenheit der Mutationen. — Verteilung bestimmter Mutationstypen.

II. Wildform und Kulturform 20
Floristische Besiedelung Mittel-Europas 20
Paläolithikum. — Mesolithikum. — Neolithikum. — Auftreten hochentwickelter Kulturpflanzen. — Die vorgeschichtlichen Kulturen der alten Welt und ihre Chronologie.

Unterschied zwischen Wild- und Kulturform 24
1. Spontanes Vorkommen 24
2. Morphologische Unterschiede 24
a) Verlust der natürlichen Verbreitungs- und Schutzmittel S. 24. — b) Synaptospermie S. 25. — c) Ableitung der Kulturformen von den Typen der rezenten Wildformen S. 25. — VAVILOVS Argumente dagegen; Diskussion derselben S. 26: α) Brüchigkeit: Vorkommen. — Genanalyse. — β) Variabilität — γ) Ökologie von Wild- und Kulturform — d) Variationsbreite der „nützlichen Eigenschaften".
3. Physiologische Unterschiede 30
a) Keimverzug. — Hartschaligkeit der Leguminosen S. 30. — b) Immunität S. 30. c) Lebensdauer und Entwicklungsrhythmus S. 30: Annuelle und Perenne; Winter- und Sommerform S. 31: Definition. — Genetik und Physiologie. — Faktorenanalyse — Bedeutung von Temperatur, Licht und Periodizität — „Umzüchtung", natürliche und kulturelle. — Verbreitung der Entwicklungstypen bei Wild- und Kulturgetreide S. 33. — Geschichte der Typen bei Kulturgetreide.
4. Variabilität 36
DARWINS Lehre von der Zuchtwahl S. 37. — Faktormutation und ihre Ursachen S. 37. — Aberration S. 38: Polyploidie. — Polysomie. — Verdoppelung nach fehlender Syndese. — Autosyndese. — Kombination S. 41: Auto- und Allogamie. — Neotopismus.
Parallelvariation S. 42: Homologe Serien. — Konvergenz. — Aufhebung der Konkurrenz- — Akklimatisation. — Divergenz. — Künstliche Zuchtwahl. — Prinzip der Kompensation. — Tempo des Variabilitätsprozesses — „Ramsch"-methode.

Seite

5. Verschiedenartige Inkulturnahme 47
Primäre und sekundäre Kulturen S. 48. — a) Kultureigenschaften an Unkräutern S. 49. — b) Unkräuter als Kulturpflanzen S. 52. — c) Anthropochore Pflanzen S. 52.

III. Geographische Verbreitung 53
1. Verteilung auf der Erde S. 53.
2. Gebirge als Ausgangsgebiete der Kultur S. 53.
3. Die Kulturzentren (Ursprungszentren) nach Vavilov S. 56. — Das amerikanische Zentrum nach Cook S. 56.
4. Die Genzentrentheorie 57
Regelmäßigkeit bei der Verbreitung — Häufung der Varianten im Zentrum S. 57. — Dominante und rezessive Formen S. 58. — Vegetationsdauer S. 60. Geographisch begrenzte Parallelvariation S. 64. — Poly- oder monophyletisch? S. 60.
5. Verbreitung, ... 62
Geschichte S. 62. — Relative Wichtigkeit der 5 Zentren für die Weltkultur S. 64. — Die Reserve der „wilden" Pflanzen S. 65.

Spezieller Teil

I. Getreide 66
A. Weizen 66
a) Weizen, allgemein 67
Übersicht über die Arten S. 67. — Ältere „Systeme". — Die Wildarten S. 68. Der Stammbaum von A. Schulz und seine phylog. Bedeutung S. 69. — Cytologie: S. 70; Flaksbergers System. Polyploidie. — Kreuzbarkeit und Fertilität der Bastarde S. 71. — Serologie S. 75. — Immunität S. 77. — Faktorenanalyse: S. 78; (polymere) Faktoren. — Pleiotropie. — Reihenkreuzungen zur Genanalyse.
Verbreitung der Weizenarten in der Weltkultur S. 81.

b) *T. monococcum.* Einkorn 81
Morphologie usw. — Sonderstellung. — Systematische Einteilung. — Verbreitung zäher und brüchiger Formen. — Entstehung aus Unkraut? — Geschichte der Kultur S. 85. — Heutige Verbreitung. — Zusammenfassung.

c) *T. dicoccum.* Emmer 89
Geschichte — alte Verbreitung S. 89. — Heutige Verbreitung S. 91. — Beziehung der alten und heutigen Areale S. 94. — Botanisch-geographische Beziehungen S. 95. — Vermutete Entwicklung und Wanderung S. 97. — Ableitung von *dicoccoides* S. 98. — Gründe dawider und dafür. — Zusammenfassung S. 101.

d) *T. vulgare* 103
Vielförmigkeit S. 103. — Die Systeme von: Körnicke — Vavilov — Flaksberger — Vavilov — Percival — Flaksberger. — Kulturtypen und ihre Verbreitung S. 107.
Mannigfaltigkeitszentrum S. 108: Dominanztheorie. — Das Gen C S. 109. — Die Gene L_1L_2 S. 111. — Squarehead S. 111. — Landrassen. — Begrannung S. 112.
Geschichte der *vulgare-compactum*-Gruppe S. 113. — Prähistorisches. — Zusammenhang mit Emmer S. 118. — Zusammengehen mit Einkorn S. 118.

e) Die tetraploiden Nacktweizen 119
T. durum S. 119. — Zentrum. — Verbreitung und botanische Eigenschaften. — Geschichte. — Genetische Beziehungen zu *dicoccum.* — *T. turgidum* S. 123. — *T. persicum* S. 123. — *T. polonicum* S. 125.

f) Ursprung der hexaploiden Weizen 127
I. Der Anschluß an die Emmerreihe S. 127.
Kiharas Analyse der pentaploiden Bastarde. — Der homologe Emmer- und Dinkelsatz. — Der spezifische Dinkelsatz.
II. Die Aegilops-Hypothese S. 128.
Ableitung des Dinkelsatzes von Aegilops. — Versuch der Synthese. — Die cytologischen Affinitäten S. 129: *Aegilops—vulgare.* — *monococcum*—Emmer. — *monococcum*—Dinkel. — Experimentelles zum

Seite

spezifischen Dinkelsatz S. 132. — Liste der Affinitäten S. 134. — Das Affinitätsschema und seine Unstimmigkeiten S. 135. — Chromosomenformen S. 135.
III. Die Roggen-Hypothese S. 137. — Weizen × Roggenbastarde. — Meisters Hypothese. — Cytologie.
IV. Rückblick und Ausblick S. 142.

g) *Tr. Spelta*, Spelz 143
Geschichte der Kultur. — Heutige Verbreitung. — Kritik der älteren Angaben. — Herkunft und Entstehung in Mitteleuropa.
Beziehungen zu *vulgare* S. 147. — Ist Spelta hybriden Ursprungs? — a) Die Spelta-Artikulation und Aegilops. Kombinationsmöglichkeiten S. 151. — b) Spelta aus *dicoccum* × *vulgare*. — c) Die Speltoidmutationen S. 153. — Spelta als Aberrant.

B. Gerste 161
Geschichte der Kultur S. 161. — Zeiligkeit und Dichte S. 164. — *zeocriton*. — Genzentren. — Cytologie S. 168. — Genanalyse. — Wildgerste. — Abstammungstheorien S. 170. — Schulz, Regel, Vavilov, Larionow. — Phylogenetische Einzelfragen S. 173.

C. Roggen 174
Geschichte der Kultur S. 174. — Botanische Ableitung S. 175. — *Secale anatolicum*. — Wildroggen und Unkrautroggen. — Die Theorie Engelbrechts. — Die Theorie Vavilovs. — Die botanisch verschiedenen Typen des Unkrautroggens. — Wildroggen.
Cytologie S. 182. — Die verwandtschaftlichen Beziehungen in der Gattung *Secale*. — Zusammenfassung.

D. Hafer 184
Geschichte der Kultur S. 184. — Reiheneinteilung S. 185. — Thellungs Stammbaum. — Polyploidie. — Geographische Verbreitung S. 188. — Malzews System S. 188. — Ableitung aus Unkraut S. 189. — Fatuoiden S. 190.

E. Mais 193
Geschichte der Kultur S. 194. — Systematische Stellung S. 194. — Botanik des Maiskolbens. — Euchlaena: annuell und perenn. — Mais × Euchlaena S. 198. — Cytologie.
Formbildung S. 198. — Fossiler und prähistorischer Mais. — Rezenter Kulturmais. — Einteilung S. 200. — Genetik. — Phylogenie, Stammbaum S. 203. — Umwelteinflüsse, Neotopismus.

F. Hirse 204
G. Reis 205
H. Zuckerrohr 205

II. Gräser 206
Akklimatisationsrassen. — Ekotypen. — Cytologie. — Bastardierung.

III. Lein 210
Systematisch-geographische Gruppeneinteilung nach Vavilov S. 210. — Genzentren. — Öl- und Faserflachse als Anpassungstypen S. 213.
Geschichte der Kultur. — Pfahlbautenlein S. 215. — Abstammung. — Winterlein. — *Linum angustifolium* S. 217. — Cytologie S. 218.

IV. Kartoffel 219
Geschichte der Einführung in Europa S. 219. — a) über Spanien S. 220: Die virginianische Herkunft. — Clusius, Gerarde. — Batate und Glycine. — b) über Irland S. 220. — Drake, Raleigh. — 2 Genotypen. — Verbreitung in Europa S. 222.
Differenzierung der Sorten S. 220. — Variabilität in Peru. — Selektion aus dem erstimportierten Material. — Sämlingszucht. — Neuer Import aus Chile. — Einführung von Wildkartoffeln. — Praktische Resultate.
Abstammungsfragen S. 226. — Knollenbildung. — Cytologie der Gattungssektion: Tuberarium S. 228. — Beziehung zu wilden Solanum-Arten: *Solanum Commersonii* Dun. — *Sol. Maglia* Schlecht. — *Sol. etuberosum* Lindl. — *Sol. „tuberosum"* in Chile-Peru. — *Sol. edinense* Berth. — Cytologie der Kulturkartoffeln. — Zusammenfassung.
Wildkartoffeln in Kultur S. 233. — Sortenbildung durch Mutation. — Synonymik. — Abbau S. 235.

Seite

V. Weitere amerikanische Kulturpflanzen 237
A. Cucurbitaceen 237
B. Tomate 242
C. Tabak 247

VI. Leguminosen 256
A. Die großen Leguminosen S. 251: Heimat. Genzentren. — Formbildung S. 252: Auslese. — Mutation. — Bastardierung. — Einzelfragen S. 255: *Cicer.* — *Pisum.* — *Vicia faba* S. 256 — *Vicia.* — *Lupinus.* — *Phaseolus.* — Knöllbakterien.
B. Die kleinen Leguminosen 258
Cytologie. Beispiel: *Trifolium.* — Akklimatisationsrassen. — Luzerne. — Tabelle über Verbreitung usw. (Tab. 43).
Chromosomenzahlen der kultivierten Leguminosen S. 262.

VII. Beta 265
Geschichte: Mangold — Futterrübe — Zuckerrübe. — Formbildung S. 267. — Wildarten: *Beta maritima* und Umzüchtungsversuche. — *Beta cicla*; der Ursprung der Farben S. 268. — Zuckerrübe: Tieflage der Wurzeln. — Zuckergehalt S. 270. — Schosser 270. — Zusammenfassung S. 271.

VIII. Brassica und andere Cruciferen 271
Übersicht: Die Gattung Brassica S. 272.
A. Öl- und Rübenpflanzen.
1. Wildarten; geographische Verbreitung von *Rapa, campestris* und *Napus.* —
2. Ölpflanzen S. 274.
3. Rüben S. 275: Verbreitung und Geschichte. — Entstehung der „Rübe". — Typeneinteilung. — Phylogenetische Beziehungen zwischen *Rapa* und *Napus.* — Bastardierung und Cytologie.
4. Senfpflanzen S. 278: *Brassica nigra — Br. juncea — Sinapis alba.*
5. Sonstige Ölcruciferen S. 279: *Camelina sativa — Eruca sativa.*
B. Brassica — Kohl S. 280.
Wildkohl; Verbreitung. — Geschichte der Kohlkultur. — Biologische Ableitung der Kohltypen S. 281: Blattkohl — Kopfkohl — Kohlrabi — Rippenkohl — Blumenkohl — Rosenkohl. — Cytologie S. 283.
C. Raphanus — Rettich S. 280.
Verbreitung — Wildarten — Umzüchtungsversuche — Radieschen S. 287.
Die Rettich-Kohlbastarde S. 287.
Chromosomen der kultivierten Cruciferen S. 288.

IX. Kern- und Steinobst 289
Geschichte der Obstkultur S. 289. — Phylogenetische Methoden. — Übersichtstabelle.
Die Gattung *Pirus.*
A. Apfel S. 293.
Verbreitung. Wildapfel. — *ssp. sylvestris — pumila — domestica.* — Differenzierung der Sorten: Speziesbastardierung — Cytologie — Mutation
B. Birne S. 297. — Chromosomenlisten von Pirus S. 298—301.
C. Quitte und Mispel S. 302
Die Gattung Prunus S. 303.
D. Kirsche S. 303.
Verbreitung und Geschichte. — Fertilität. Cytologie. — Süßkirsche. — Sauerkirsche. — Bastardkirsche. — Zusammenfassung (Stammbaum). — S. 306. — Chromosomenlisten der Gattung Prunus S. 307—309.
E. Pflaume S. 306.
Einteilung; Geschichte. — *P. cerasifera — P. spinosa* — Die hexaploiden Pflaumen. — Der „Prunus"-Grundchromosomensatz.
F. Mandel, Pfirsich, Aprikose S. 311.

X. Beerenobst 313
G. Rubus S. 313.
Formenreichtum. — Verbreitung. — Cytologie. — Bastardierung.
H. Ribes S. 317.
Arten. — Cytologie. — Tabelle der Chromosomenzahlen von Arten und Bastarden

Seite

I. Fragaria 319
Polyploidie. — Geschichte. — *Fr. vesca* und ihre Mutanten — remontierende Erdbeeren — *Fr. elatior*. — *Fr. collina*. — Einführung der Amerikaner S. 322. — *Fr. grandiflora* und ihre Entstehung. — Auslese auf Zwittrigkeit S. 324. — Remontierende Gartenerdbeeren. — Habitus und Polyploidie. — Übersicht.

K. Wein 329
Hehns Anschauungen über Geschichte des Weinbaus. — Wilder Wein S. 331. — Paläontologie. — Archäologie. — Rezente Verbreitung. — Genzentren. — Anpassungsfragen. — Andrassovskys System S. 233. — Einführung der Amerikaner-Reben. — Einkreuzung. — Genanalyse. — Cytologie. — Korinthen und Sultaninen.

XI. Literaturnachweis 336

XII. Tab. 65. Übersicht stabelle über die geographische Verteilung der Kulturpflanzen nach ihrer Herkunft . . . . . Anhang

Einleitung

Wer heute als Forscher oder Naturbeobachter die Vegetation eines Landes zu begreifen versucht, wird als ersten Eindruck die Tatsache zu verzeichnen haben, daß die Physiognomie unserer seit alters kultivierten Länder sehr wesentlich durch die Kulturpflanzen bestimmt ist. In reizvoller Weise schildert Victor Hehn in den „Reisebildern aus Italien" diesen Eindruck im Landschaftsbilde nördlich und südlich der Alpen. Alexander von Humboldt (1871) machte die Beobachtung, daß sich dieser Einfluß der Kultur in den temperierten Ländern stärker geltend macht, als in den tropischen Gebieten „mit der wilden Üppigkeit ihrer Natur, die die schwachen Anstrengungen des Menschen oftmals überwältigt". Bei uns aber tritt die heimische Vegetation hinter den Kulturpflanzen in ganz bedeutendem Maße zurück; sie hat sich auf Berggipfel und -hänge, in Schluchten und an Flußtäler gerettet.

Die Wälder nehmen in dieser Hinsicht eine Mittelstellung ein. Auch hier hat die Hand des Menschen eingegriffen und den ursprünglichen Baumbestand oft durch andere Arten ersetzt, vielfach hat die Forstwirtschaft die Pflanzengemeinschaften, die sich im Unterholz dokumentieren, beeinflußt. Aber im großen und ganzen finden sich hier die Bestandteile der Flora noch in einem Zustande, der sich als ein natürlicher ohne weiteres zu erkennen gibt: Sträucher und Kräuter, Gras und Moos sichern, unabhängig von der ordnenden Hand des Menschen, ihre Fortpflanzung, richten sich mit Schutzmitteln auf den Kampf gegen pflanzliche und tierische Feinde, im Streit um Luft, Licht und Boden ein.

Den gleichen Eindruck erwecken der flüchtigen Beobachtung auch die Wiesen mit ihrem stark gemischten und in gewissem Sinne auch vom Eingriff des Menschen unabhängigen Pflanzenbestand.

Anders in Garten- und Landwirtschaft. Was dort wächst und sich vermehrt, ist ohne die eingreifende Hand des Menschen schlechterdings nicht mehr zu denken. Wie die Frucht der reifen Ähre der Ernte harrt, ohne abzufallen, so bedarf die Kartoffel des Schutzes gegen Frost zur Überwinterung. Ein später Frühjahrsfrost tötet die junge Bohnensaat, und die Kohlpflanze zeitigt keinen Samen, sofern sie der Ernährung nutzbar gemacht werden soll. Man erkennt ohne weiteres, daß diese Gewächse, obgleich sie mehr als die Hälfte unseres Bodens bedecken, entweder nicht Kinder unseres Landes sein können, oder sich nicht mehr in ihrem ursprünglichen natürlichen Zustande befinden. So stellen sich zwangsläufig die Fragen ein: wo stammen diese Typen her, die Klima und Witterung nicht gewachsen scheinen? Warum sehen sie so anders aus als die Gräser und Kräuter unserer Wälder und Bergtäler? Sollten nicht auch sie ursprünglich etwas vom Typus dieser Wildpflanzen gehabt haben? Und wenn nicht sie selbst — wo sind ihre wilden Stammformen geblieben?

Ja, es taucht die Frage auf, ob nicht vielleicht auch unsere Wiesen nicht mehr Bilder reiner einheimischer Natur sind, sondern ihre Bestandteile, wenigstens

teilweise ebenso fremde, wenn auch angepaßte Gäste in unserer einheimischen Flora[1]).

Dieser Gedanke mußte sich in den letzten Jahrhunderten immer stärker aufdrängen, als die Verbreitung der Kulturpflanzen mit dem wachsenden Weltverkehr keine Grenzen mehr zu kennen schien und vor den Augen des Menschen neubesiedelte Gebiete ein ganz anderes Aussehen gewannen, wie das vielleicht am ausgesprochensten für weite Strecken Australiens gilt.

Die Frage nach dem Ursprung und der Heimat unserer Kulturpflanzen ist schon früh gestellt worden. Vielfach fällt sie zusammen mit der Frage nach dem Ursprung der betreffenden Kultur; und deshalb sind an der Lösung des Problems von jeher neben dem Biologen auch der Ethnologe, der Kulturhistoriker interessiert gewesen, und jeder ist mit seinen Methoden an die Beantwortung herangetreten.

Eine zusammenfassende Darstellung des Ursprungs möglichst aller Kulturpflanzen hat zum ersten und bis auf die jüngste Zeit letzten Male Alphonse de Candolle gebracht. Bereits die 1855 erschienene 1. Auflage der Géographie Botanique raisonnée (Bd. 2) enthält ein Kapitel über die Abstammung der Kulturpflanzen, das eine starke Anregung für morphologisch-deskriptive und pflanzengeographische Untersuchungen im Hinblick auf das behandelte Problem gegeben hat. Auch de Candolle selbst hat an diesen Fragen weiter gearbeitet, und so konnte er 1883 das oben genannte Kapitel zu einem Buche erweitern, in dem er den Stand der Kenntnisse seiner Zeit abschließend zur Darstellung bringt. Das unter dem Titel „Origine des plantes cultivées" (1883)[2]) klassisch gewordene Buch ist auf lange Zeit hinaus für die Anschauungen über die Abstammung der Kulturpflanzen bestimmend gewesen.

Weitere zusammenfassende Darstellungen aus späterer Zeit behandeln nur mehr Teilprobleme; so Hoops (1905), Lenz (1859), Fischer-Benzon (1894), Hehn (1870), Maurizio (1927). Auf die neueste Darstellung von Vavilov (1925) kommen wir noch näher zurück.

In die auf de Candolles Arbeit folgenden Jahre fallen eine ganze Reihe von Forschungen an Einzelobjekten von Heer (1872 über Lein), Solms-Laubach (1899 Weizen und Tulpe), Schulz (1913 Getreide) u. a., deren Thema sich in die Fragen formulieren läßt:

1. welches sind die wilden Stammformen unserer Kulturpflanzen?
2. welches ist ihre Heimat?
3. welches ist ihr Verbreitungsweg gewesen?

Mit der letzten Frage ist auch die Geschichte der Kultur in die eigentlich rein naturwissenschaftlich verstandene Phylogenie mit einbezogen.

Etwa in die gleiche Zeit wie de Candolles Untersuchungen fallen auch die Arbeiten Darwins. Doch liegt bei ihm der Schwerpunkt an einer andern Stelle und die „Entstehung der Arten" (1867) und „das Variieren der Tiere und Pflanzen im Zustande der Domestikation" 1868 (1. Aufl.)[3]) suchen die Fragen zu beantworten:

4. wie geht die Entwicklung vom Wildtypus zum Kulturtypus und
5. wie ist der heutige Formenreichtum zustande gekommen?

---

1) Wir sehen davon ab, daß sie zweifellos durch die moderne Wiesenwirtschaft in ihrem Bestand verändert sind, da dies bewußt doch erst in jüngster Zeit geschieht.

2) Hier zitiert in der deutschen Übersetzung von E. Goeze 1884, Brockhaus, Leipzig: „Der Ursprung der Kulturpflanzen".

3) Hier zitiert nach der deutschen Übersetzung von J. V. Carus 1878, nach der 2. engl. Aufl.

Die Zahl der von DE CANDOLLE behandelten Kulturpflanzen beträgt 247; sie hat seitdem zweifellos stark zugenommen. Es erscheint deshalb unmöglich, sie im Rahmen dieses Handbuches alle zu behandeln. Die Verf. hat sich bemüht, eine gewisse Vollständigkeit zu erzielen von einem doppelten Gesichtspunkt aus: Erstens sollten möglichst alle diejenigen Kulturpflanzen erfaßt werden, welche im Mittelpunkt des weltwirtschaftlichen Interesses stehen; zweitens aber solche, die von phylogenetischer und genetischer Seite aus wissenschaftlich eingehender bearbeitet sind, so daß ihre Behandlung hier zu den theoretischen Fragen Beiträge zu liefern vermag. Von den tropischen ist mit vereinzelten Ausnahmen überhaupt abgesehen. Über den Rest wissen wir heute nicht viel mehr als zu DE CANDOLLES Zeit. Die Darstellung ihrer phylogenetischen Beziehungen wird deshalb einer späteren Zeit vorbehalten, zumal, wie gezeigt werden wird, die phylogenetische Arbeit augenblicklich in starkem Flusse sich befindet.

I. Methoden der phylogenetischen Forschung

Die heute bei uns kultivierten Pflanzen lassen sich nach der Deutlichkeit ihrer Herkunft in 4 Gruppen zusammenfassen. Neben 1. einheimischen, im Lande selbst in alter oder neuer Zeit in Kultur genommenen Pflanzen, die ihren Wildtypus beibehalten haben (Klee, Gräser) stehen 2. Kulturformen, deren nächste Verwandte zwar auch überall wild vorkommen, die aber selbst in der Kultur wichtigen Veränderungen unterworfen wurden. Wegen dieser wilden Vorkommen sind sie auch als einheimisch anzusprechen (Möhre).

Eine 3. Gruppe, wohl die wichtigste, bilden die Kulturpflanzen, die seit alters her im Lande gebaut, oft in ihrer Kultur bis in prähistorische Zeit zurückreichen, jedenfalls aber so weit, daß ihre Anfänge nicht zu verfolgen sind. (Unsere Getreide, Lein u. a.; für Amerika Mais, Tabak, Bohnen, Kartoffel.) Endlich gibt es 4. eine Anzahl von Kulturpflanzen, die in historischer Zeit von außen eingeführt wurden, deren Geschichte mehr oder minder bekannt ist.

Von allen diesen dürften nur die beiden letzten Gruppen der phylogenetischen Untersuchung Schwierigkeiten bereiten (vgl. auch die Einteilung nach Art der Inkulturnahme S. 48).

Die Methoden, nach denen die Frage nach der Abstammung der Kulturpflanzen bearbeitet wurden, haben einerseits nach dem Fach des Forschers, andererseits in starker Abhängigkeit von der Entwicklung der Naturwissenschaften überhaupt gewechselt.

A. Historisch-philologische Methoden

Wo immer die ältesten Spuren menschlicher Kultur gefunden sind, stehen die wichtigsten Kulturpflanzen stets bereits auf einer höheren vom Wildtypus abweichenden Stufe. Das Problem der Abstammung zerfällt damit in 2 Teile, die Fragen nach der Entwicklung des Kulturtypus aus dem Wildtypus und die nach der Wanderung und Weiterverbreitung des so entstandenen Kulturtypus. Diese letzte Frage fällt mit ihrem ganzen Gewicht in die Kulturgeschichte und Völkerkunde. Es findet sich deshalb eine erste Gruppe von Methoden, die aus den historisch-philologischen Forschungsgebieten rühren: Geschichte, Linguistik, Ethnologie, Archäologie und Prähistorie.

1. Archäologie, Ethnologie und Geschichte

Die ältesten Dokumente sind einerseits wirkliche materielle Überreste, welche die Ausgrabungen zutage gefördert haben, andererseits Urkunden — bildliche und schriftliche —, die mehr oder minder deutlich sprechen.

I. Es kommen hier für die alte Welt im wesentlichen folgende Quellen in Frage:

1. Die Pfahlbauten, Landsiedelungen, Höhlen und Grabstätten der jüngeren Steinzeit und der Bronzezeit, die in der Schweiz, Savoyen, Nordspanien, Norditalien, Österreich-Ungarn, Mähren, Schlesien — südlich bis Bosnien, Serbien, nördlich bis Skandinavien aufgedeckt wurden. Reste von Kulturpflanzen fanden sich, teils unversehrt in Gefäßen, teils in Sedimenten verschüttet und gut erhalten, teils beim Brande der Siedelung verkohlt; als Vorrat gesammelt, als Speisereste oder als Exkremente. Ihr Alter wird bis in das 3. Jahrtausend gesetzt; speziell für die Westschweiz datiert man heute:

Früh-Neolithikum bis um 3000.

Voll-Neolithikum bis um 2500. — Wichtigste Stationen bezüglich der Pflanzenfunde: Robenhausen, Wangen, Thunersee; damals Besiedelung der Rheinebene und Süddeutschlands; gleichzeitig die Funde in Siebenbürgen, Lengyel, Butmir, Laibach.

Spät-Neolithikum bis um 2000; Kupferzeit; aus dieser Periode Utoquai in Zürich, Mondsee (Ober-Österreich).

Bronzezeit ab 2000; hierzu die Stationen Mörigen, Bielersee, Alpenquai in Zürich. Vgl. auch die Zeittafel bei Klatt, ds. Handbuch III. K., S. 62.

Die Pfahlbautenberichte I—XII sind in den Mitteilungen der Antiquarischen Gesellschaft Zürich von Bd. 9, 1853 bis Bd. 30, 1930 enthalten. Hierin die botanischen Funde zusammenfassend dargestellt 1865 von Heer (Bericht VI), 1925 von Neuweiler (Bericht X). Botanisch wichtige Einzelberichte Keller II, III, IV und VI 1858—1866; Rytz XI und XII 1930. Vgl. auch bei Weizen, Gerste, Lein.

2. Die ältesten ägyptischen Funde (nach Schweinfurth 1908) — Gerste und *Triticum dicoccum*, Emmer — sind die 1897 von Legrain in neolithischen Hockergräbern bei Silsile bestimmten verkohlten Körner in mit Asche gefüllten Tonkrügen, die den Leichen beigegeben waren. Schweinfurth schätzt sie auf das VI.—V. Jahrtausend.

Ebenso alt oder nur wenig älter wie die westeuropäischen Pfahlbauten sind die Funde aus den ägyptischen Pyramiden, Tempeln und Totenkammern, wo Samen und Früchte als Totengaben in Gefäßen, oder verbacken in Brot, eingebrannt in Ziegel gefunden sind. Die Sitte, die Grabschächte mit Streu, Kaff, Spreu und Vesen zu füllen, hat große Mengen Getreide aus vielen Epochen übermittelt. Daneben geben die bildlichen Darstellungen der Kulturpflanzen und ihrer Bearbeitung nebst Inschriften wichtige Dokumente ab. Die ersten Deutungen stammen von F. Unger (1859, 1866, 1867) und Alexander Braun (1877); später schließen sich an Arbeiten von Schweinfurth (ab 1881), Brugsch (1891), A. Schulz (1910—1913), Keimer (1924). Die Chronologie ist hier nach E. Meyer, Geschichte des Altertums, 1926, V. Aufl., gegeben (stark abweichend (!) von den Angaben bei Percival 1923).

3. Für Syrien sind wichtige schriftliche Urkunden erhalten, zu denen auch die Bibel zu zählen ist. Hierzu Rosenmüller, Alttestamentliche Pflanzennamen. Von Ausgrabungen, die erst am Anfang stehen, sind diejenigen von Gezer botanisch bearbeitet und phylogenetisch zu verwerten (Macalister 1916, Frimmel 1914, Hrozny 1914).

4. Für das babylonisch-assyrische Kulturzentrum, Mesopotamien, liegen nur sehr spärliche materielle Reste vor (HROZNY 1914, SCHIEMANN 1931)[1]), doch reichen sie weit zurück (3100 v. Chr.). Chronologie wie oben nach MEYER. Dagegen sind sprachliche und bildliche Dokumente reichlich vorhanden (s. besonders bei Weizen S. 91).

5. In Vorderasien reichen die Ausgrabungen der 1. und 2. Stadt von Troja bis ins Neolithikum (5. Jahrtausend?) zurück; nach MEYER älter als Babylon (1926, S. 737 ff.). Die 2. (SCHLIEMANNsche) Schicht hat bereits bronzezeitliche Einschläge (um 2500). Botanisch bearbeitet von WITTMACK (1890).

6. Etwas jünger sind die ersten chinesischen schriftlichen Urkunden, von denen die wichtigste die meistzitierte Verordnung des Kaisers CHEN-NUNG aus dem Jahre 2700 ist, derzufolge bei einer jährlichen Zeremonie vom Kaiser selbst die folgenden 5 Arten von Körnern gepflanzt werden sollten: Reis, Soja, zweierlei Hirse und Weizen. Die Empfehlung dieser Kulturen durch den Kaiser legt Zeugnis dafür ab, daß sie damals schon hohe Bedeutung, also wohl bereits ein größeres Alter gehabt haben. Die chinesischen Dokumente hatBRETSCHNEIDER botanisch ausgewertet (1870). Vgl. auch die Darstellung dieses Abschnittes bei DE CANDOLLE (S. 5 u. 30).

7. Kehren wir nach dem westlichen Asien und Europa zurück, so bilden die Ausgrabungen der Eisenzeit den Übergang in die historischen Zeiten. Die Trümmer von Mykene und Troja (6. Stadt) (Einkorn, Gerste), Grabhügel und Burgwälle des keltischen und germanischen Altertums (Hafer, Roggen) führen

8. in die Zeiten der Griechen und Römer hinein, aus denen die ersten schriftlichen historischen und naturhistorischen Aufzeichnungen über die europäischen Kulturpflanzen stammen. Hier beginnen nun die Schwierigkeiten; Funde und Abbildungen konnten spätere Zeiten nachuntersuchen und umdeuten, je nach dem Stande der fortschreitenden Erkenntnis. Bei der schriftlichen Aufzeichnung sind wir von dem damaligen Wissen und der Beobachtungsgabe des Schriftstellers abhängig. DARWIN gibt (Das Variieren II, S. 203) eine Übersicht über die Stellen, wo in alten Schriften bis hinein ins Mittelalter über Kulturpflanzen gesprochen wird, und zeigt, wie schwer solche Urkunden zu lesen sind. Unkenntnis, unsichere Quellen, oft auch ein anders gerichtetes Interesse brachten bei der Darstellung Ungenauigkeiten und ungewollte Fälschungen mit sich. Das zieht sich bis in die neueste Zeit hin, wie bei der Geschichte der Kartoffel gezeigt werden kann.

Für die „vorgeschichtliche Botanik" ist der Stand der Kenntnisse bis 1895 von BUSCHAN zusammengefaßt (BUSCHAN 1895), immer noch eine reiche Quelle, mit Verzeichnis der Fundorte und Literatur; aber heute naturgemäß kritisch zu verwerten und durch die genannte neuere Literatur zu ergänzen; das gleiche gilt von HOOPS (1905) für das germanische Altertum (Kritik bei NEUWEILER 1905).

Die griechisch-römische Literatur hat LENZ (1859) nach botanischen Mitteilungen durchschürft — hier ist auch alles die Kulturpflanzen betreffende zu finden. Hierzu PLINIUS; s. Literaturnachweis.

HEHN (1870) behandelt speziell die Beziehungen zur Kulturgeschichte.

9. Für die frühmittelalterlichen Dokumente (Frankenreich, Klöster usw.) siehe FISCHER (1929), FISCHER-BENZON für Gartenflora (1894), GRADMANN für Getreide (1909), SIERP (1925).

10. Ein wichtiges Dokument für die Entstehungsgeschichte der mehr gartenmäßig gebauten Kulturpflanzen, sowie für Wanderung und Umbildung auch

1) Bei der Korrektur eingefügt; Beschreibung z. Z. im Druck.

der älteren landwirtschaftlichen liefern, etwa vom 16. Jahrhundert ab, die alten „Kräuterbücher", Herbals, über die Schreiber (1927), Agnes Arber (1927) eine Zusammenstellung gebracht haben; auch Gilg und Schürhoff (1926).

11. Zum jüngsten Zweig, der Kultur der Gartenblumen und des Obstes sind wertvolle Beiträge in den Mitteilungen der Linnean Society und der Horticultural Society in England, sowie in denen der deutschen Gartenbaugesellschaft (Gartenflora) enthalten.

II. Für die neuweltlichen Kulturpflanzen und ihre Geschichte sind die Ausgrabungen der altperuanischen und mexikanischen Königsstädte wichtig geworden. Die peruanischen und mexikanischen Kulturen gehen nach de Candolle höchstens bis zu den Anfängen der christlichen Zeitrechnung zurück; nach Wittmack (Schaafhausen) ist das Gräberfeld von Ancon höchstens 500 Jahre alt. Es wurde z. Z. der spanischen Eroberung noch benutzt. Später sind ältere Kulturen in der Prä-Maya-Kultur in Guatemala, der Prä-Inka-Kultur in Peru bekannt geworden. Die erstgenannten sind besonders von Wittmack botanisch bearbeitet (1880); auch Harms (1922).

Daran schließen sich die aus der ersten Zeit nach der Entdeckung stammenden Reiseberichte und Florenbeschreibungen. Dem folgt eine Zeit, in der die Kontrolle über den Austausch zwischen alter und neuer Welt fast verloren geht (vgl. unter *Zea*, *Phaseolus* und *Cucurbita*), bis mit dem Erwachen des phylogenetischen Interesses in Europa und vor allem des genetischen Interesses in Amerika eine intensive Bearbeitung auch der Herkunftsfragen der amerikanischen Kulturgewächse im Lande selbst einsetzt. Viele Einzelarbeiten in Journal of Heredity (z. Z. Band 31); genaueres im speziellen Teil. Hierzu zusammenfassend Carrier, The beginnings of agriculture in America (1923). Über den Austausch mit Afrika vgl. Schweinfurth (1922) und Tab. 9.

2. Linguistik

Dieselbe Schwierigkeit, die dieser Methode phylogenetischer Forschung anhaftet, zeigt sich auch bei der Linguistik, die seit Mitte des 19. Jahrhunderts durch die bahnbrechende Arbeit Hehns, Kulturpflanzen und Haustiere in ihrem Übergang aus Asien nach Griechenland und Italien (1870), in die Reihe der phylogenetisch arbeitenden Methoden als ein bedeutungsvolles Glied aufgenommen wird.

Wiederum führt die Linguistik weit in prähistorische Zeit zurück. Verwandte Ausdrücke für Säen, Pflügen und Ernten und, was damit zusammenhängt, für eine Anzahl von Kulturpflanzen und domestizierten Tieren bei verschiedenen Völkern weisen auf eine Zeit hin, wo diese noch im Besitz einer gemeinsamen Ursprache wohl auch noch eine gemeinsame Heimat gehabt haben müssen. Es ist sehr wahrscheinlich, daß sie mit der Kultur auch viele Kulturpflanzen selbst in die neuen Siedlungsgebiete mitgenommen haben. Naturgemäß blieben die wilden Stammformen, soweit sie noch vorhanden waren, zurück. Es ist aber — und darin liegt eben die Unsicherheit der Methode — ebensowohl möglich, daß alte gewohnte Ausdrücke auf in der neuen Heimat gefundene Formen übertragen, daß hier ganz neue Typen in Kultur genommen und alte Kulturmethoden auf sie angewendet wurden. Mit anderen Worten: Was in der einen Sprache eine bestimmte Frucht bezeichnete, mag in einer andern Sprache etwas anderes bedeuten. So ist es beispielsweise mit den Ausdrücken für Emmer, Spelz und Einkorn seit der römischen Zeit gegangen und manche der linguistischen Deutungen Hehns, die de Candolle so scharf angreift, lassen sich mit neueren Forschungsergebnissen sicherlich aus diesem Grunde nicht in Einklang bringen. Hehns Werk ist von der 6. Aufl. ab von Schrader mit Anmerkungen und

Zusätzen nach neueren Forschungen versehen; die botanischen Fragen von A. Engler bearbeitet; zuletzt 1911, 8. Aufl.).

Daß die Sprache auch heute noch in dieser Weise arbeitet, zeigt z. B. die Bedeutung, die das Wort „Korn" in den verschiedenen Sprachen gefunden hat; es bezeichnet jeweils das am meisten gebaute Getreide; so ist Korn

in Deutschland Roggen,
in Skandinavien Hafer,
in einigen Schweizer Kantonen Spelz,
in andern Gerste,
in Frankreich (blé) Weizen,
in Amerika Mais.

Umgekehrt wird aber das Fehlen eines Namens für bestimmte Kulturpflanzen in bestimmten Sprachen mit Sicherheit auch auf ursprüngliches Fehlen der Kulturpflanze selbst zu deuten sein. Mit anderen Worten, die negativen Antworten der Linguistik wird man direkt, die positiven nur kontrolliert durch andere Methoden verwerten dürfen.

Der linguistischen Methode verdanken wir im wesentlichen, was wir über Indien wissen, wo Ausgrabungsmaterial ganz fehlt.

Unter den linguistisch arbeitenden Phylogenetikern sind des weiteren Hoops (1905) zu nennen, Schulz (1913), für den kleineren Bezirk des germanischen Kulturkreises Gradmann (1909), für Alt-Babylon Hrozny (1914), für Ägypten Schweinfurth (in vielen Arbeiten), Brugsch (1891).

Aus den oben genannten Gründen kann die Linguistik hier nur mehr in zweiter Linie als Bestätigung von auf anderem Wege gefundenen Ergebnissen, keinesfalls aber als entscheidende Methode verwertet werden. Vgl. auch das entsprechende Kapitel bei Klatt (l. c., S. 65).

B. Biologische Methoden

Neben die historischen Fächer: Prähistorie, Geschichte, Kulturgeschichte, Linguistik treten in immer zunehmenden Maße die Methoden der biologischen Disziplinen. Konnte de Candolle in der Spanne, die zwischen seinen beiden Darstellungen 1855 und 1883 liegt, feststellen, daß die Aussagen der alten Autoren an Bedeutung verlieren, statt daran zuzunehmen, weil die Archäologie und die Linguistik, die damals eine Blüte erlebten, die alten Zeiten besser kennen lehrten, so rührt, neben neuem Wissen auch auf diesem Gebiet, für die Zeit, die seitdem verflossen ist, die Korrektur vor allem aus den Fortschritten in den naturwissenschaftlichen Erkenntnissen her.

Zwischen beiden steht, naturwissenschaftlich, und doch eher historisch als biologisch zu nennen, die Paläontologie. Ihre Resultate sind nur an wenigen Stellen für die Abstammung der Kulturpflanzen zu verwerten, deren Entstehung als solche ja nicht weiter als bis ins Diluvium zurückgehen kann. Es wird nur gelegentlich bei der Verbreitung einer Art auf paläontologische Zeugnisse zurückzugreifen sein (z. B. *Vitis*)

3. u. 4. Vergleichende Morphologie und Pflanzengeographie

Seit Linnés Zeit sucht die für jede Systematik grundlegende vergleichend-morphologische Methode aus äußerlichen Ähnlichkeiten Verwandtschaften und Zusammenhänge zu erkennen; mit ihr gleichen Schritt geht die Pflanzengeographie. Mit diesen beiden Methoden hat de Candolle gearbeitet und aus ihnen heraus sind die Arbeiten von Solms-Laubach nnd Schulz entstanden. Die moderne Systematik ist in gewissem Sinne Phylogenie — oder jedenfalls ist sie phylogenetisch orientiert (v. Wettstein, Vorrede zur 1. Aufl.

der Systematik, 1901). Was für eine sichere Basis die genaue morphologisch-deskriptive Methode auch für die phylogenetischen Zusammenhänge liefert, zeigt vielleicht am besten die Tatsache, daß der SCHULZsche Weizenstammbaum von 1913, obgleich viele Einzelheiten in der Deutung inzwischen aufgegeben sind, in seinen Grundzügen auch heute noch gilt.

Aber auch hier heißt es, eine Gefahr zu vermeiden: Die Kulturpflanzen und ihre Entwicklung sind bei den systematisch-geographischen Forschungen bisher nicht oder nur wenig berücksichtigt, nirgends in ihrer vollen Mannigfaltigkeit. Wer immer auch heute noch mit einer wenig bearbeiteten Gattung zu arbeiten hat, wird die Unsicherheit empfunden haben, welche in den Herbarien herrscht. DE CANDOLLE hat in dem Kapitel: Botanik (S. 10) auf die Kriterien hingewiesen, die bei Benutzung des von Sammlern mitgebrachten und in unseren Herbarien deponierten Materials zu walten haben.

Von modernen biologischen Methoden lange Zeit zurückgedrängt, durch sie, besonders durch die Genetik befruchtet, hat diese älteste phylogenetische Methode in neuster Zeit durch VAVILOV einen Aufschwung genommen und ist in intensivster Weise für die Phylogenie zuerst der Getreidearten, weiterhin überhaupt der Kulturpflanzen, verwertet worden.

VAVILOVS Mannigfaltigkeits- oder Genzentrentheorie

VAVILOV (1925) geht von dem Gedanken aus, daß das natürliche Verbreitungszentrum einer Art die Gegend ist, wo der größte Reichtum an Typen herrscht. Von dem Entwicklungszentrum aus verbreiten sich die Varianten nach verschiedenen Richtungen hin, so daß mit der Entfernung vom Zentrum die Anzahl der Varianten pro Flächeneinheit abnehmen muß. Eine gewisse Zahl hat sich aus Gründen, welche nicht erörtert werden, überhaupt nicht vom Entstehungsort entfernt. Es ist nicht klar, ob VAVILOV dies als zeitlich bedingt ansieht in der Weise, daß die Endemismen die jüngsten Glieder sind, welche noch nicht ausgewandert sind, oder so daß von jeher gewisse Formen nicht abgewandert sind — wofür ökologische Gründe maßgebend sein müßten. Es wird also auch die Stammform, soweit eine solche heute noch existiert, nach VAVILOV in diesem Verbreitungszentrum zu suchen sein (vgl. dagegen das S. 100 ausgeführte). Das Ursprungsgebiet dokumentiert sich somit als ein Mannigfaltigkeitszentrum. Ähnlich wie im Ursprungsgebiet häufen sich dann noch einmal abweichende Typen in irgendwie geographisch-isolierten Bezirken (Inseln, Hochtälern usw.), die ihrerseits vielfach Verwandtschaft zu räumlich entfernt liegenden Bezirken aufweisen können. Dies sind sekundäre Zentren der Formbildung und Verbreitung.

VAVILOVS Methode ist nun die, daß Bezirk für Bezirk die jeweils vorkommenden Kulturformen beschrieben und die einzelnen Merkmale auf ihr $\pm$ häufiges und räumlich verteiltes Vorkommen hin miteinander verglichen werden; der Bezirk stärkster Variabilität gilt als Ausgangspunkt der Art; daß er alsdann auch die meisten Endemismen umfaßt, ergibt sich von selbst. (Beispiele: *Triticum vulgare, durum* usw.) VAVILOV leitet seine Methode selbst (S. 148) von der systematisch-geographischen Methode ab, wie sie für wilde Pflanzen üblich ist. Originell dabei ist das Zerlegen der Eigenschaften in ihre Grundfaktoren, womit VAVILOV die genetische Analyse in die Untersuchung einführt. Er bezeichnet seine Methode deshalb als eine „Differentialmethode". Neu ist ferner, daß zur Unterlage der Diagnosen (S. 148—149) nicht nur das gesammelte herbarmäßig präparierte Material verwendet wird, sondern daß dieses stets ergänzt wird durch die Beobachtung am lebenden Objekt, das im Versuchsgarten durch Aussaat und sorgfältige Linientrennung in mög-

lichster Vollständigkeit gewonnen, genetisch, sowohl morphologisch wie physiologisch geprüft worden ist.

Der Gedanke zu dieser Methode und die erste großzügig angelegte Organisation stammt von ROBERT REGEL, der im 1. Jahrzehnt dieses Jahrhunderts in klimatisch verschiedenen Gegenden Rußlands landwirtschaftlich-botanische Stationen errichtete, Getreidetypen in möglichst großem Umfange sammeln und morphologisch-deskriptiv, sowie vergleichend biologisch bearbeitete und bearbeiten ließ. 1911 sind bereits 6027 Probeparzellen mit 89 Reinkulturen an den verschiedenen Stationen in Beobachtung (nach SCHWEINFURTH 1911); vgl. auch REGELS Bericht für die Jahre 1905 bis 1915 (in B. a. B. 8, 1915[1]). VAVILOV hat diesen Gedanken nach dem Kriege mit voller Energie aufgegriffen und das System aufs umfassendste ausgebaut. In dieser Weise ist mit Kulturpflanzen, soviel ich sehe, außer in Rußland bisher nur bei PERCIVAL in Reading mit Getreide gearbeitet worden, der auch die vegetativen Merkmale stärker berücksichtigt. Doch beginnt sie bereits sich auszubreiten: EAST mit Tabak; die Registerkommissionen in Deutschland, voran SNELL mit Kartoffel usw.

Die Resultate, die mit dieser Methode gewonnen sind, sind in einer großen Reihe z. T. umfangreicher Einzelarbeiten, in russischer Sprache mit (meist) englischer Zusammenfassung im Bulletin of applied Botany (bis 1914 Bulletin für angewandte Botanik, begründet von R. REGEL 1907) veröffentlicht worden. Eine erste Etappe dieser Forschungen kann mit dem Jahre 1925 als abgeschlossen gelten, wo VAVILOV die theoretischen Folgerungen aus den zahlreichen Einzelarbeiten seiner Schule zog und unter dem Titel: Studies on the Origin of cultivated Plants ebenda (Bd. 14/3) veröffentlichte. Hier ist bereits ein in mancher Hinsicht vollständiges Bild über den Werdegang der Kulturpflanzen entworfen. Indem seither in fast ununterbrochener Folge weitere Ergänzungen und bei verschiedenen Gelegenheiten auch zusammenfassende Darstellungen aus der Feder des russischen Forschers (1927 a u. b, 1928 a u. b, 1930) und seiner Mitarbeiter erschienen, wurde die vorliegende Arbeit fast zu einer Sisyphosarbeit. An die ersten Veröffentlichungen geknüpfte Überlegungen und Erörterungen wurden von neuen Mitteilungen überholt, und es tauchte mitunter der Gedanke auf, eine Übersetzung der russischen Arbeit an die Stelle der eigenen Darstellung zu setzen. Wenn dies trotzdem, auch kapitelweise, nicht geschieht, so vor allem deshalb, weil VAVILOV unter bewußter Loslösung von der früheren Behandlung des Abstammungsproblems seine Darstellung ganz unter den Gesichtspunkt der Lösung des Problems mittels der „pflanzengeographisch-systematischen Differentialmethode" stellt.

„A closer critical investigation induced us to dismiss most of the statements and to attempt to solve the problem about the native country of cultivated plants and related questions of their origin by new more exact and objective methods" (S. 144).

Nur in beschränktem Maße erfolgt, entsprechend dem zitierten Grundsatz, eine Auseinandersetzung mit den Resultaten früherer und gleichzeitiger in anderer Weise phylogenetisch arbeitender Forscher. Diese Arbeiten sichtend zusammenzufassen und den russischen Arbeiten vergleichend und ergänzend an die Seite zu stellen, mußte deshalb sowohl reizvoll wie lohnend und im Sinne dieses Handbuches sein.

Zum andern zwingt zwar des öfteren die Fülle der herbeigebrachten Beobachtungen den Leser zu den gleichen Folgerungen. Vielfach aber bringen die Blicke in das neue reiche Tatsachenmaterial den von anderer Seite herantretenden Experimentator auch zu anderen Deutungen, die sich als logische Folgerung aus

1) B. a. B. = Bulletin of applied Botany Leningrad.

anders aufgebauten Fragestellungen ergeben (vgl. z. B. S. 99 u. 218). Es gilt zwischen beiden zu entscheiden, bzw. die Lösung als noch schwebend anzuerkennen. Es soll damit im folgenden der persönliche wissenschaftliche Standpunkt der Verf. nicht unterdrückt werden. Es geschieht das im vollen Bewußtsein, daß gerade der von VAVILOV beschrittene Weg in den kommenden Jahren in schneller Folge weitere neue Ergebnisse wird zeitigen können, die zur Revision mancher schon gesichert scheinender Kenntnisse führen können. Liegt doch bereits weiteres großes Material zur Bearbeitung, bisher noch unpubliziert, bereit, das die russischen Expeditionen in den Ursprungszentren der Kulturpflanzen gesammelt haben (Abessinien, Mexico usw., siehe auch in Kap. 3, S. 55)[1]).

Der Ruf nach der Fruchtbarmachung des in diesen Gegenden liegenden Materials war zwar schon oft ertönt — ihr Reichtum war bekannt —, aber es war ihm bisher nicht gefolgt. So hat STAPF bereits 1909 in einer Diskussion über das Weizenproblem auf der Tagung der British Association in Winipeg in eindringlichster Weise gemahnt, in den Ländern mit zurückgebliebener Kultur — wofür er: Balkanhalbinsel, Kleinasien, Orient, Abessinien, Zentralasien, China aufzählt — reife Ähren von allen erhältlichen Weizensorten zu sammeln (das gleiche gilt natürlich auch für andere Kulturpflanzen), „bevor der zunehmende Verkehr alle die primitiven Kornländer mit den modernen Rassen des Kulturweizens überschwemmen könnte". Es ist VAVILOVS Verdienst, mit vorbildlicher Energie diesen Gedanken in die Tat umgesetzt und die Unterstützung dieser wissenschaftlichen Unternehmungen durch den russischen Staat gewonnen zu haben.

Damit ist ein scharfes Licht auf die unteren Äste des Stammbaumes der Kulturpflanzen gefallen. Denselben Gedanken auch für seine obersten, jüngsten Äste fruchtbar zu machen (mit zugleich stark praktisch gerichtetem Ziel), haben BAUR (1914) und TSCHERMAK (1915) sich eingesetzt. Indem sie auf die Gefahr hinwiesen, daß die modernen Hochzuchtformen die altbewährten gut angepaßten, wenn auch weniger ertragreichen Landsorten mit ihrem Genbestand zum Verschwinden brächten, forderten sie zur Sammlung dieser Landsorten in Instituten und Zuchtstationen auf und retteten damit ein Material, das nicht nur für die moderne Kombinationszüchtung eminent wichtig ist, sondern auch zur Lösung mancher phylogenetischen Fragen mit Erfolg herangezogen werden kann[2]).

5. Genetische Methoden

Die überragende Bedeutung, welche die biologischen Methoden bei dem Aufschwung der Naturwissenschaften in der phylogenetischen Forschung finden mußten, zeigt sich besonders in dem Einfluß, den die seit 1900 aufblühende Genetik auch hier gewann. Mit ihren Beobachtungen über Mutationen, ihren Versuchen über Variabilität und Konstanz, mit ihren Bastardanalysen, die gewissermaßen vor unsern Augen neue Formen entstehen ließen, brachte sie eine Fülle neuer Gesichtspunkte und führte dazu, daß der Versuch gemacht wurde, auf rein experimentellem Wege den Abstammungs- und Verwandschaftsfragen näher zu kommen.

Kreuzbarkeit und Fertilität der Bastarde

Es ist eine alte Erfahrung, daß nur solche Organismen sich leicht miteinander bastardieren lassen, die einen gewissen Grad von Verwandtschaft besitzen

1) Das Literaturverzeichnis schließt mit 1930 ab; vereinzelte Nachträge von 1931.
2) Zusatz bei der Korrektur. Der internationale Pflanzenzüchterkongreß in Berlin 1931 unterstrich diese Forderung aufs neue.

und daß Kreuzungsprodukte Fernerstehender, soweit sie überhaupt zustande kommen, häufig ganz oder fast steril sind (vgl. s. Handbuch II A, Renner). In Umkehrung dieses Gedankenganges ist man deshalb von jeher geneigt gewesen, die leichtere oder schwerere Kreuzbarkeit und in zweiter Linie die Fruchtbarkeit der erzielten Bastarde als Maß für die Verwandtschaft und systematische Zusammengehörigkeit zweier Organismen anzusehen. In besonderer Anwendung auf die Phylogenie hat v. Tschermak dieses Prinzip für das Getreide durchgeführt (1914) und im großen und ganzen gute Übereinstimmung mit den Resultaten gefunden, die auf anderem Wege (morphologisch-deskriptiv) gewonnen waren. Doch läßt sich schon bei den Getreidekreuzungen manches Ergebnis nicht auf diese Weise erklären und viele Tatsachen sprechen absolut gegen eine Verallgemeinerung dieses Prinzips.

So gelingt beispielsweise die Kreuzung Weizen × Roggen und Weizen × *Aegilops* leichter und ist zuweilen fruchtbarer als die von Einkorn mit den andern Weizenarten: Roggen und *Aegilops* müßten danach dem tetra- und hexaploiden Weizen näher stehen als das Einkorn.

Bei der Gerste versagt die Methode, da alle Gersten unbeschränkt miteinander kreuzbar sind.[1])

Ein Beispiel unregelmäßigen Verhaltens bringt Backhouse (1916): In der Kreuzung

chinesischer Weizen × Roggen erhielt er 80 % Ansatz,
durum × Roggen 0,21 % „
durum × chinesischer Weizen 3,7 % „

durum kreuzt sich also schwerer mit chinesischem (*vulgare*) Weizen als dieser mit Roggen! Weitere Beispiele unter Weizen und ihre Verwertung bei den Hypothesen zur Ableitung des Saatweizens S. 127.

Sinskaja (1927) hat ähnliche Unstimmigkeiten mit der Theorie in der Gattung *Brassica* gefunden. Im allgemeinen ist die Kreuzbarkeit unter den Cruciferen groß, auch fernstehende Arten kreuzen sich leicht — vielfach aber entstehen als Produkt der Kreuzung Schoten ohne oder mit nicht keimfähigen Samen. Im allgemeinen gilt (immer nach Sinskaja), daß, je leichter kreuzbar zwei Formen sind, um so fertiler ist die F_2; jedoch finden sich auch Ausnahmen. *Brassica juncea* (n = 18) ist leicht mit *Br. Napus oleifera* mit der gleichen Chromosomenzahl zu kreuzen. Morphologisch sind die beiden Formen aber so verschieden und beide so stark polymorph, daß es unmöglich ist, sie nicht als distinkte Arten anzusehen. Dementsprechend sind trotz der leichten Kreuzbarkeit (und der gleichen Chromosomenzahl, s. unten) F_1 und F_2 hochgradig steril.

Umgekehrt gelingt die Kreuzung *juncea* × *chinensis* — auch dies zwei morphologisch weit voneinander entfernte Arten (zudem mit verschiedener Chromosomenzahl, 18 und 9) — zwar nur schwer: 35 % Schotenansatz, 7 % Samen, vier gesunde Pflanzen, reziprok nicht gelungen; F_1 und F_2 werden aber als vollfertil angegeben (!?).

Sinskaja folgert daraus, sicher mit Recht, daß die Daten über Kreuzbarkeit an sich, ohne folgende hybridologische Analyse zu einer Verwertung für phylogenetische Fragen nicht ausreichen.

Backhouse erklärt seine Ergebnisse durch incompatibility (1916). Malinowski versucht noch 1925 die schwere Kreuzbarkeit und Sterilität in Weizenkreuzungen *dicoccum* × *vulgare* (u. ähnliche) durch das Zusammentreffen „nicht harmonisierender Gene" zu erklären; er zeigt, wie die plus-Kombinanten in F_3 wieder herausspalten.

1) Vavilov berichtet allerdings über abweichende Erfahrungen mit Wildgerste.

Cytologie

Diese Deutungen können heute nur noch ganz beschränkte Gültigkeit beanspruchen, nachdem die Cytologie sich einen Platz in der Genetik erobert hat. Die neue Richtung wurde ausgelöst durch die Entdeckung der Polyploidie bei *Triticum* und die ihr folgende klassisch gewordene Arbeit von KIHARA über die pentaploiden Weizenbastarde (1919). Die Frage der Sterilität der Bastarde rückte damit in ein ganz anderes Licht und die Erklärungsversuche aus der Zeit vor der Kenntnis der cytologischen Verhältnisse mußten einer Revision unterzogen werden.

Sehr wesentlich für die Verwandtschafts- und Abstammungsverhältnisse der Kulturpflanzen wurde zunächst die Feststellung der Chromosomenzahl. Bei weitaus den meisten Kulturpflanzen lassen sich polyploide Reihen nachweisen, welche Vermutungen über die Zusammenhänge der Arten, Varietäten und Rassen zulassen. Es fällt dabei auf, daß die Kulturpflanzen in ihrer systematischen Umgebung vielfach durch hohe Chromosomenzahlen ausgezeichnet sind. Erfahrungen an Gruppen, wo die phylogenetischen Verhältnisse klar liegen, berechtigen zu der Annahme, daß im allgemeinen die niedrigen Zahlen primitiver sind gegenüber den höheren. Ausnahme siehe bei Mais.

Dieser Bedeutung wegen bringen wir im speziellen Teil die Chromosomenzahlen der Kulturpflanzen, soweit sie festgestellt, nach TISCHLER (1927), Tabulae biologicae, 1927 und ergänzt aus Einzelarbeiten bis 1930[1]).

Alsdann zeigte der Verlauf der Reduktionsteilung bei Bastarden, daß die Sterilität verschiedene Ursachen haben kann (vgl. RENNER, ds. Hdb. IIA S. 106 ff.). Bei verschiedener Chromosomenzahl muß eine Störung der Reduktionsteilung schon allein durch die überzähligen Chromosomen eintreten. (Gesättigte Allosyndese nach RENNER.) Eine Störung der Reduktionsteilung auch bei gleicher Chromosomenzahl, also unter Umständen unabhängig von der Chromosomenzahl, kommt aber auch dann zustande, wenn die Konjugation der elterlichen Chromosomen im Bastard ganz (Asyndese) oder teilweise (ungesättigte Allosyndese) unterbleibt.

Verschiedene Chromosomenzahlen können nun, wie die Erfahrung lehrt, bei sehr nahe verwandten Organismen vorkommen; die Sterilität ist alsdann von dem Verwandtschaftsgrad unabhängig (Stammsippe und *gigas*-Mutante; Allosomie). Dagegen wird geringe Affinität bei gleicher Anzahl von Chromosomen wohl immer als ein Zeichen von Wesensungleichheit anzusehen sein. Worin diese besteht, vermögen wir heute noch nicht zu sagen. Wenn BACKHOUSE von Inkompatibilität der Gene spricht, so ist damit nur ausgesagt, daß der Unterschied in die Chromosomen verlegt wird. Es ist aber sehr wohl möglich, daß für geringe Affinität auch das stets für den einen Satz artfremde Plasma verantwortlich ist. Unter diesem Gesichtspunkt kann die Sterilität durch gestörte Reduktionsteilung in der Tat als ein Maß der Verwandtschaft gewertet werden. Vor allem ist anzunehmen, daß von der Wechselbeziehung zwischen Kern und Plasma der beiden Eltern in hohem Grade das Zustandekommen des Primärbastardes selbst abhängig ist. Sie würde auch das reziprok verschiedene Gelingen der Kreuzung erklären und läßt sich cytologisch nachweisen. (Weizen × Roggen gelingt, Roggen × Weizen fast nie.) Wie wenig wir diese Verhältnisse noch in ihren Ursachen übersehen, wie wenig infolgedessen experimentell beherrschen, dafür spricht die Tatsache, daß solche Kreuzungen zwar überhaupt aber oft nur in ganz geringen Prozentsätzen gelingen, auch wenn, nach unserm

1) Auch der 1. Nachtrag von TISCHLER, Tab. biol. 1931, VIII, 530—588, konnte bei der Korrektur noch verwertet werden.

Ermessen, die Bedingungen (Entwicklung der Blüte, Alter und Menge des Pollens usw.) gleich gehalten werden. (Weizen × *Aegilops*, Einkorn × *vulgare*, s. S. 130 u. S. 72).

In vielen Fällen haben die cytologischen Erscheinungen bei der Reduktionsteilung die hybride Natur von Kulturpflanzen aufgedeckt und Schlüsse auf ihre Entstehung zugelassen. Täckholm *Rosa* (1922); Rybin u. a. Kartoffel (1930).

Neuerdings hat Percival (1930) neben der Zahl der Bindungen in der Diakinese auch die Art der Konjugation, ob telo- oder parasyndetisch phylogenetisch verwendet; besonders in Fällen, wo es sich um abgestufte und variable Bindungen handelt. Ausgehend von der allgemeinen Annahme, daß Parasyndese nur bei völlig homologen Chromosomen vorkommt, vertritt er die Ansicht, daß die Abstufung der Bindungsverhältnisse zu folgender Deutung berechtige:

Wenn die Eltern zu wirklich verschiedenen Arten gehören, kommt keine Bindung zustande, Asyndese; es treten nur Univalente auf. Telosyndese dagegen zeigt eine entferntere Verwandtschaft oder geringere Homologie an, wie sie zwischen Unterarten oder zwischen verschiedenen aber doch näher verwandten Spezies besteht. Parasyndese endlich tritt nur ein, wenn wirkliche Homologie vorliegt. Ob diese an Weizen × *Aegilops*-Bastarden gewonnenen Vorstellungen verallgemeinert werden dürfen, bleibt abzuwarten. Bleier (1930) lehnt auf Grund seiner Untersuchungen an *Oenothera* diese Deutung ab[1]).

Aus dem Obigen ergibt sich, daß Chromosomenzahlen und Bindungsverhältnisse nicht absolute phylogenetische Maße sein können, sondern nur kontrolliert durch andere Methoden. Als Ergänzung der experimentellen Genetik ist die Cytologie aber auch in der Phylogenie heute nicht zu entbehren.

Über die Bedeutung der cytologischen Vorgänge für die Bildung von Arten und Varietäten s. S. 38.

Immunitätsforschung

Auf chemisch-physiologischen Unterschieden und Ähnlichkeiten der Pflanzen beruhen die beiden folgenden Methoden phylogenetischer Forschung: Immunitätsforschung und Serologie.

Vavilov hat zuerst die Unterschiede in der Immunität der Pflanzen, die Nilsson-Ehle (1909) als mendelistisch vererbt, d. h. als genbestimmt erkannte, für die Phylogenie der Kulturpflanzen ausgewertet (1914, 1918). Während man früher geneigt war, die Immunität als rein morphologisch bedingt anzusehen, haben neuere Untersuchungen gezeigt, daß die morphologischen Eigenschaften (Größe und Zahl der Spaltöffnungen usw.) erst in zweiter Linie stehen, daß die Unterschiede in der Immunität vielmehr wesentlich chemisch-physiologisch bedingt sind (Erikson u. a.).

Immune Pflanzen lassen den Parasiten auch eindringen, aber sie überwinden ihn, scheiden ihn als einen Fremdkörper früher oder später aus, so daß er unschädlich bleibt. Das kann nur eine Folge der Verschiedenartigkeit des spezifischen Plasmas sein, und das Verhalten gegen Parasiten wird somit ein Index für chemisch-physiologische Gleichartigkeit bzw. Verschiedenartigkeit des Plasmas, mithin ein Index für die Verwandtschaft. Es zeigt sich dabei, daß man die Pflanzen in ihrem Verhalten bestimmten pflanzlichen und auch tierischen Parasiten gegenüber in Gruppen teilen kann, die vielfach im großen und ganzen phylogenetisch-systematischen Gruppen, wie sie aus andern Untersuchungen zusammengestellt waren, entsprechen. Daraufhin wurde umgekehrt aus gleicher Reaktion gegenüber dem Parasiten auf Verwandtschaft geschlossen. Vavilov hat das zuerst bei Getreide, vor allem beim Weizen getan. Z. B. wurde durch

1) Zusatz bei der Korrektur.

vergleichenden Anbau festgestellt, daß sich die Einkorn-, Emmer- und Dinkelreihe durch ihr Verhalten gegen Rost und Meltau in charakteristischer Weise unterscheiden; danach wurde *Triticum persicum* auf Grund seiner Immunitätseigenschaften von den Dinkeln zu den Emmern gestellt, was sich später als richtig herausstellte. (S. 77.)

Auch die Immunitätsverhältnisse bei *Avena* lassen dasselbe Prinzip erkennen (Vavilov 1918). Besonders von amerikanischer Seite ist auf Grund derselben die Zugehörigkeit verschiedener Sorten zur *sativa-* bzw. *byzantina*-Reihe teils erst festgestellt (*Burt oats* z. B. gehören zu *byzantina*), teils züchterisch ausgenutzt.

Meines Wissens sind aber die Getreide das einzige Objekt, bei dem die Immunität zu phylogenetischen Deutungen ausgenutzt wurde. Das Prinzip ist aber durch die Beobachtung gleicher Immunität bei verwandten, verschiedener Immunität bei fernstehenden Gruppen vielfach bestätigt.

Das Problem wird indessen, wie die neueren Immunitätsforschungen gezeigt haben, dadurch kompliziert, daß man nicht von einer Immunität gegen eine bestimmte Pilzart, z. B. *Puccinia triticina* schlechthin sprechen kann. Der Parasit zerfällt vielmehr in eine große Anzahl von — meist geographischen — Stämmen, und eine Weizensippe kann sehr wohl immun gegen den einen, anfällig für den andern Stamm sein. Stark spezialisierte Pilze lassen daher immune Kulturpflanzensippen erwarten, wenig spezialisierten gegenüber zeigt sich ein gleichartiges Verhalten (Arbeiten hierüber in Journal of Agricultural Research, z. Z. (1930) bis Bd. 41). Nachdem die mendelistische Grundlage der Rassenunterschiede für Immunität und Empfänglichkeit sicher gestellt ist (Biffen, Nilsson-Ehle und viele amerikanische Arbeiten) ist es verständlich, daß Kreuzungen die „spezifischen" Immunitäten in freier Kombination vereinen und trennen können, daß besonders Artkreuzungen die Grenzen der für große Gruppen charakteristischen Reaktionsnorm verwischen können (s. bei *Tr. persicum, durum, vulgare*).

Serologie

Auf demselben Prinzip beruht die serologische Methode, die auf Grund vergleichender Untersuchung des Plasma-Eiweißes die phylogenetischen Zusammenhänge aufzudecken sucht. Diese von Mez ausgearbeitete Methode ist von Zade (1914) mit scheinbar gutem Erfolge bei Weizen, Hafer und Leguminosen zur Bestätigung von auf anderm Wege erkannten Beziehungen und zur Klärung strittiger Fragen verwendet worden. Über die Eignung der serologischen Methode für phylogenetische Zwecke sind die Akten auch heute noch nicht geschlossen. Ihr Wert ist wesentlich bedingt und bestimmt von der Möglichkeit, Fehlerquellen auszuschalten. Die serologische Methode gehört sicherlich zu den höchst empfindlichen Methoden; das macht an der einen Stelle ihren Wert aus, macht sie an anderer Stelle aber ganz ungeeignet (R. v. Wettstein 1925, Gilg und Schürhoff 1927, Moritz 1928, 1929).

Wir wissen durch die Erscheinung der Parallelvariation, daß die substanziellen und energetischen Bedingungen, die der Morphogenese zugrunde liegen, bei sehr weit auseinanderstehenden Arten, ja, selbst Familien, zu den gleichen äußeren Erscheinungen (genotypisch bestimmt) führen können, wie Seybold (1926) dies für Blattformen ausgeführt hat. Es muß also auch unabhängig von den verwandtschaftlichen Beziehungen ein gleiches existieren, das scheinbar von äußeren Einflüssen weitgehend unabhängig durch innere Gesetzmäßigkeiten ausgelöst wird. Da die morphogenetischen Grundlagen letzten Endes von den chemisch-physikalischen Zuständen der Organe und ihrer Zellbestandteile ab-

hängen müssen, so liegt es nahe, zu vermuten, daß hier Ähnlichkeiten in der Reaktionsweise des Eiweißes aus unbekannten Gründen zustande kommen können, die, wie sich in den Parallelvariationen zeigt, nichts mit verwandtschaftlichen Beziehungen zu tun haben, so daß solche vorgetäuscht werden könnten, wo sie gar nicht bestehen (vgl. hierzu S. 43).

Das unterstreicht die Forderung, die von allen, die kritisch zur Methode Stellung nehmen, erhoben wird: unter allen Umständen Konvergenzen auszuschalten. Wir kennen solche Konvergenzen auch bei andern chemischen Stoffen, deren Vorkommen in andern Fällen trotzdem auf Verwandtschaft hinweisen. Thoms hat gezeigt, daß bezüglich der Arzneistoffe und chemischen Inhaltsstoffe verwandte Arten sich sehr verschieden verhalten können, umgekehrt aber auch nicht verwandte Formen oft gleichartige chemische Stoffe besitzen (1927).[1])

Es ist, wie Wettstein in seiner Kritik der Mezschen Methode ausführt, ein Nachteil für den Botaniker, daß die mechanisch aufgeschlossenen Pflanzenteile, welche die Extrakte liefern, sehr eiweißarm sind, da ihr Eiweißgehalt kaum jemals direkt vergleichbar ist und daß durch Begleitsubstanzen Fällungen verursacht oder verhindert werden können. Unter den letzteren ist bereits eine Gruppe, die Lipoide, unlängst erkannt und wird nunmehr beachtet werden können (Moritz 1929).

Bedenkt man andererseits, wie außerordentlich empfindlich die Eiweißreaktion ist, so ergibt sich meines Erachtens die Folgerung, daß die Methode besser geeignet sein dürfte, feine Unterschiede zwischen einander nahestehenden Gruppen nachzuweisen, in denen die allgemeinen und grundlegenden chemischen Bedingungen hochgradig gleichartig sind, als zwischen fernstehenden — und daß nur sie für phylogenetische Zwecke mit der genügenden Sicherheit verwendbar sind.

Das scheint innerhalb der Getreidegattungen der Fall zu sein. Der Aufbau des Kornes bietet ein den obigen Forderungen genügendes, äußerst gleichartiges Material von relativ hohem Eiweißgehalt. Die Resultate, die bei Weizen und Hafer 1914 von Zade gefunden wurden, bestätigten sehr weitgehend die phylogenetischen Anschauungen von Schulz. In dem damals noch strittigen Problem, ob die phylogenetische Entwicklung vom Einkorn über Emmer zum Spelz oder innerhalb der Reihen vom Wildtypus über den Spelztypus zum Nackttypus führe, fällt die Entscheidung scharf im letzteren — heute allgemein anerkannten — Sinne (s. bei Weizen und Hafer).

Nach diesen Ergebnissen scheint also die Methode für phylogenetische Fragen bei den Kulturpflanzen mit ihrem Formenreichtum innerhalb der Gattungen gut geeignet. Bisher ist sie aber, trotz dieses vielversprechenden Anfanges außer noch bei Gerste und einer kleinen Gruppe von Kleeartigen nicht weiter angewandt worden. Schon die Überschreitung der Gattungsgrenze von *Triticum* nach *Aegilops* und *Secale* hin scheint, nach dem was über das Verhalten der 3 Gattungen in bezug auf die Kreuzbarkeit gesagt ist, gewagt.

Bei Leguminosen sind überhaupt die Angaben nur sehr spärlich und mehr allgemein phylogenetisch-systematisch als auf Ableitung speziell der Kulturpflanzen gerichtet: Verwandtschaft zwischen Klee (*pratense, repens, hybridum*), *Anthyllis* und *Medicago*. Jedenfalls ist das Material zu weitgehenden Schlüssen bei weitem nicht ausreichend. Die zwei Versuchsreihen von Zade 1914 und 1922 sind weder in späterer Zeit erweitert, noch von anderer Seite nachgeprüft worden.

Was die Bestimmung der Verwandtschaftsverhältnisse niederer systematischer Einheiten betrifft, so hat Zade acht, nachweislich aus dem Probsteier und Anderbecker Hafer abgeleitete Sorten untereinander und gegen acht weitere unbekannter Beziehung geprüft und die acht ersten mit Anderbecker homolog

1) Vgl. hierzu auch Ivanov, S. (1922, 1926); Ivanov, N. (1927).

(Abb. 1, Stammbaum linker Ast), die letzteren heterolog, und zwar in gleichem Maße, gefunden (Stammbaum rechter Ast). Den Schluß, daß diese acht deshalb wiederum zu einer Gruppe gehören, daß sie phylogenetisch einen Stamm darstellen, der sich aus den Zahlen ergeben sollte, zieht der Autor nicht, solange keine Gegenreaktionen vorliegen — er dürfte gewiß auch nicht das richtige treffen. Was über ihre Beziehungen bekannt ist, zeigt Abb. 1.

Weitere Sortenprüfungen (wenige) sind an Weizen und Erbsen vorgenommen; Zade schließt, daß man stets nur „Stämme", nicht Sorten unterscheiden könne und daß die Reaktion nur die phylogenetischen Zusammenhänge, nicht aber ihre

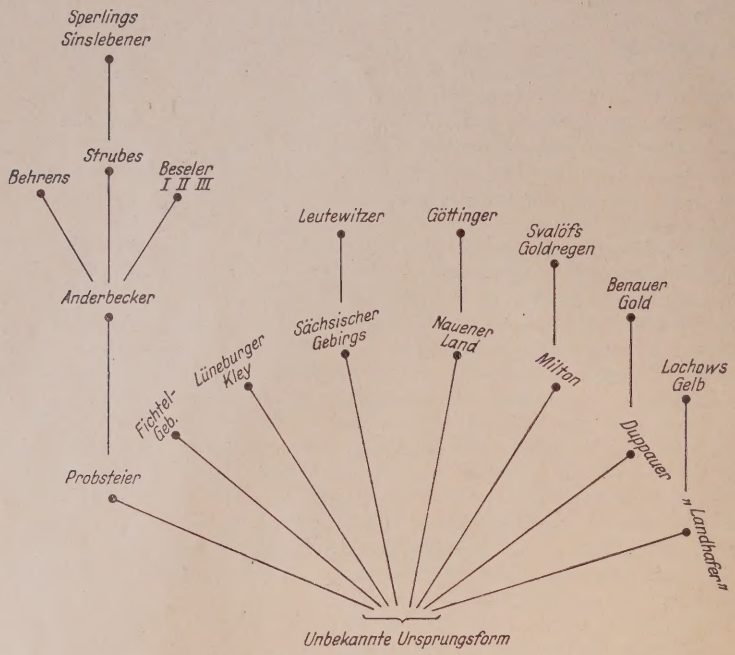


Abb. 1. Nach Zade (1914).
Der nachweislich vorhandene Stammbaum einiger Hafersorten.

Entstehungsgeschichte aufdecken könne. Vgl. hierzu die beiden Stammbäume (Abb. 1 u. 2). Im Gegensatz dazu steht das unerwartete Resultat, daß 13 verschiedene Rotkleeherkünfte aus der ganzen Welt „homolog" reagierten. Soll man daraus schließen, daß sie alle zu einem Stamm gehören, sich also näher stehn wie unsere einheimischen Weizen-, Erbsen- und Hafersorten?

Zahlen, welche die Mittelstellung eines Weizenbastardes zwischen seinen Eltern zeigen sollen, können kaum überzeugen (Zade 1922, 1925).

Mit der Prüfung von Sortenunterschieden bei Gerste haben sich Relander (1916), Becker (1919; auch Roggen) und Arzt (1916) befaßt. Nelson a. Birkeland (1229) glauben bei Weizen eine Parallelität zwischen „serologischer Verwandtschaft" und genetischer Konstitution feststellen zu können.

So stehen neben guten brauchbaren Resultaten noch viel Unstimmigkeiten und Unsicherheiten. Man wird die Methode wie für die Phylogenie der Pflanzen

überhaupt, so auch für die der Kulturpflanzen noch weiter ausbauen und vor allem auf eine viel breitere Basis stellen müssen. Die Überschreitung der Artgrenzen durch die Immunitätsreaktion wirft die Frage auf, ob nicht auch hier sehr weit voneinanderstehende Glieder und solche hybriden Ursprungs anders reagieren würden, als es dem mit nur je einer untersuchten Art aufgestellten Schema entspricht. Es wäre beispielsweise von Interesse zu wissen, ob *Triticum Spelta*, das aus einem mitteleuropäischen *vulgare*-Stamm hervorgegangen sein

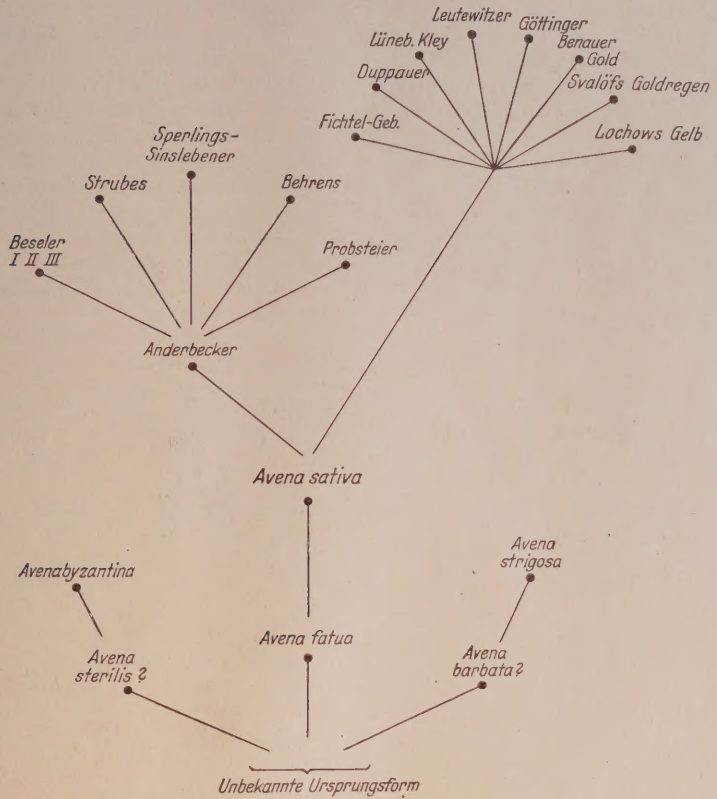


Abb. 2. Der serologisch ermittelte Stammbaum des Hafers. Nach ZADE (1914).

muß, mit unsern europäischen Weizen stärker reagiert als mit den afghanischen oder indischen endemischen Formen, die ihm ferner stehen. (Näheres siehe bei Weizen.)

Bastardierung

Seit der Wiederentdeckung der MENDELschen Gesetze hat die Bastardanalyse z.T. absichtlich phylogenetisch orientiert gearbeitet. Daneben sind, mehr zufällig, eine große Reihe von Beobachtungen gemacht worden, die Licht auf die Verwandtschaftsverhältnisse werfen. Manches ist dabei erst seit und mit den neuesten Methoden, von denen oben gesprochen wurde, verständlich geworden.

Über die Ergebnisse der phylogenetisch orientierten Bastardanalyse wird bei den einzelnen Pflanzen im speziellen Teil berichtet (siehe besonders *Tr. Spelta*, *Tr. polonicum*, SQUAREHEAD, *Linum* u. a.).

Hier soll nur die Erscheinung des „Atavismus" erwähnt werden, die vielfach phylogenetisch ausgewertet ist. Manche aus Kreuzung herausspaltenden oder auch in reinen Linien mutativ auftretenden Eigenschaften machen den Eindruck primitiver Merkmale und wurden deshalb als Rückschlag zu den Stammformen angesehen. Heute verstehen wir solche Formen als extreme Kombinationstypen; sie können sowohl dominanter als rezessiver Natur sein.

v. UBISCH (1915) hat gezeigt, daß das Auftreten brüchiger Formen nach Kreuzung zähspindeliger Gersten auf das Zusammentreffen von zwei Brüchigkeitsfaktoren zurückzuführen ist, die in der Wildgerste vereinigt waren, von denen in den Kulturtypen entweder der eine oder der andere verloren gegangen ist.

Beim Weizen wurden ebenfalls brüchige Individuen nach Kreuzung zähspindeliger gefunden: KALT und SCHULZ (1918) aus *turgidum* und *durum* Kreuzungen. LOVE and CRAIG (1919) aus *vulgare* × *durum*. Das letztere wird als synthetisiertes *Tr. dicoccoides* gedeutet (siehe dort).

Über die zuerst auch als „Atavismen" gedeuteten „Speltoiden" und „Fatuoiden" siehe S. 153 u. 191. Zu beachten ist auch die morphologische Primitivität von *Triticum Spelta* gegenüber *Tr. vulgare* (vgl. S. 149). Weitere Beispiele bei Mais S. 196.

Mutationen

Eine 2. Gruppe von Erscheinungen, mit deren Natur uns auch gerade die genaue Analyse der MENDELschen Ära bekannt gemacht hat, ist für phylogenetische Ableitungen von Bedeutung geworden — die Erscheinungen der Mutabilität.

Den modernen Unterscheidungen folgend trennen wir voneinander: Gen- oder Faktormutationen und Chromosomenmutationen oder Aberrationen (Heteroploidiemutation nach BAUR 1930), die zur Zeit aus dem noch immer etwas allgemeineren Begriff der Mutation sich begrifflich scharf haben herausschälen lassen.

Genmutationen sind, unter experimenteller Beobachtung aufgetreten, bei unsern wichtigsten Kulturpflanzen, dem Getreide verhältnismäßig wenig bekannt. Die meisten betreffen Chlorophyllmerkmale (Defekte! NILSSON-EHLE, ÅKERMANN u. a.), spielen also in der Phylogenie sicher keine Rolle. Zusammenstellung der bekannten Fälle bei SCHIEMANN (1931). Die dortige Liste ist noch zu ergänzen durch einige von NILSSON-EHLE mitgeteilte Fälle (1920): nicht selten geben unbegrannte Formen halbbegrannte (Bsp.: engl. Squarehead); selten unbegrannte begrannte (Bsp.: Extra Sqarehead II, Panzer, Fylgia). Als Gen-Mutationen sind sie besonders dadurch charakterisiert, daß sie eine Reihe multipler Allele bilden. Daß diese bei Weizen infolge der hohen Chromosomenzahl schwer nachweisbar sind, mag Ursache sein, daß man sie dort weniger kennt. Hier kennt man als Mutation die häufig auftretende „Verzweigung der Ähre" — übrigens ist kein sicherer Fall bei *Tr. vulgare*, sondern nur bei den anderen Arten bekannt. NILSSON-LEISSNER (1926) unterscheidet zwischen „Kurzverzweigung" die er bei *vulgare*-Typen und „Langverzweigung", die er bei Spelztypen fand — beide aber in der Folge von Kreuzungen; ob daher echt mutativ, sei dahingestellt. MARTINET (nach FRUWIRTH) beobachtete Rotfärbung der Coleoptile als erbliche Veränderung, ein Merkmal, das phylogenetisch, z. B. für die Auslese, von Wichtigkeit sein kann.

Eine phylogenetisch interessante Mutante der Gerste ist die kurzgrannige Viktoria-Gerste aus Bethges Braugerste, Stamm III (Abb. 43). Es ist hier ein Merkmal mutativ entstanden, durch das sich zwei große natürliche Formenkreise — höchster systematischer Ordnung — voneinander unterscheiden. Bei der obenerwähnten Seltenheit von Mutationen bei Getreide besonders bemerkenswert (SCHIEMANN 1931).

Man wird daher den Genmutationen trotzdem, auf solchen Beobachtungen unserer Experimente fußend, auch im großen Naturgeschehen eine Bedeutung in der phylogenetischen Entwicklung zusprechen. Indem mit jeder einzelnen Genmutation die Zahl der möglichen Neukombinationen sich verdoppelt, kann eine Mutation — selbst die Seltenheit ihres Auftretens mit positivem Selektionswert zugegeben — der Ausgangspunkt einer großen Mannigfaltigkeit von Genotypen werden. Damit ist aber wiederum die Basis um ein Bedeutendes vergrößert, auf der die Natur das gleiche Spiel weiter treiben kann, dessen Kräfte an diesem Punkt wir heute noch nicht kennen (vgl. S. 38). Es entsteht eine Kette ohne Ende — Mutation — Kombinationen — M. — K. Wir kommen auf diese Weise zu einem Verständnis dafür, wie am Ausgangspunkt einer Entwicklung, trotz des Ab- und Weiterwanderns der Einzelindividuen das entstehen kann, was VAVILOV sehr treffend als Genzentren der Kulturpflanzen bezeichnet. (In den ersten Arbeiten als Mannigfaltigkeitszentrum bezeichnet; weiteres hierüber in Kap. 2.)

Ebenso liegt es nun umgekehrt nahe, und diesen Weg ist, soviel ich sehe, in mehr intuitiver Weise VAVILOV gegangen, das Ursprungsgebiet einer Pflanze in ihr Mannigfaltigkeits-, ihr Genzentrum zu verlegen. Es ist aber nach der obigen Ableitung sehr wohl denkbar (vgl. bei *dicoccoides*), daß neue Formen alten soweit überlegen sind, daß sie sie unter Umständen vollständig verdrängen; das würde z. B. das Fehlen hier, das Vorhandensein dort der primitiven Wildtypen erklären.

In anderen Gruppen der Kulturpflanzen sind Mutationen viel bekannter; so beim Kohl, vor allem aber in dem weiten Gebiet der Luxuspflanzen, der Blumen, bei denen die Auslesemotive unter dem Zeichen der Nützlichkeit wegfallen und wo die Mutationen bewußt oder unbewußt ausgenutzt zur Herstellung neuer erbfester Varietäten und Arten, bzw. die Arten des Systematikers verbindender Zwischenformen führen (*Antirrhinum rhinanthoides*).

VAVILOV glaubt die Beobachtung gemacht zu haben, daß bestimmte Mutationstypen mit bestimmten geographischen oder ökologischen Konstellationen zusammenfallen und schließt auf einen kausalen Zusammenhang. So sollen manche Gegenden dazu neigen, Riesenrassen hervorzubringen, andere wieder Zwergrassen. Es wird dies aus Beobachtungen an Mais und Hirse deduziert, die beide in Georgien Riesenwuchs zeigen, in Persien gedrungene Typen mit geringer Internodienzahl, Zwergrassen (s. Abb. 54). Wie man sich diese Beziehung zu denken hat, darüber sind keine Andeutungen gemacht. Ob es zulässig ist, aus diesen wenigen Beobachtungen zu verallgemeinern, steht noch dahin. Hierzu sei auf einen Hinweis von CARRIER (1923) aufmerksam gemacht, wonach bei Entdeckung Amerikas der Mais in Canada in niedrigwüchsigen — in südlicheren Gegenden in hochwüchsigen Formen gefunden wurde.

Gesicherter scheint die folgende Hypothese (VAVILOV 1927). VAVILOV hat in der Verteilung der Gene eine Gesetzmäßigkeit gefunden derart, daß in den oben besprochenen Genzentren die dominanten Gene überwiegen, während nach der Peripherie hin die Zahl der Formen mit rezessiven Genen relativ zunimmt. (Weiteres darüber siehe bei „unpacking-theory", Kap. 3, S. 59).

II. Wildform und Kulturform

Die Geschichte einer Entwicklung der Kulturpflanzen ist untrennbar verknüpft mit der Geschichte der Menschheit. Es liegt deshalb der Gedanke nahe, den Ursprung der Kulturpflanzen dort zu suchen, wo die ersten Spuren des Menschen auftreten, in der quartären Eiszeit, im Diluvium. Diese erste Periode der Menschheitsgeschichte, die als Paläolithikum, die ältere Steinzeit, bezeichnet wird, erstreckt sich über mehrere Eis- und Zwischeneiszeiten. Man zählt heute im allgemeinen deren vier (siehe bei Klatt, ds. Hdb. III K Zeittafel S. 62). Die tertiäre Flora, die Europa bedeckte, wanderte (Engler 1879) bis auf wenige Reste nach Süden und Osten ab und machte einer arktischen Flora Platz. Im Wechsel der Glazial- und Interglazialzeiten wurde auch diese wiederholt zerstört. Es blieb indessen auch während der Eiszeiten ein kleiner eisfreier Bezirk zwischen den nördlichen und südlichen Gletschermassen erhalten, in dem Relikte der Tertiär- und Interglazialfloren sich in die jeweils folgende Periode hinüberretteten.

Im letzten, dem Riß-Würm-Interglazial, dem Zeitalter des Neanderthalers, wird in Mittel- und Nord-Europa ein dem heutigen ähnliches Klima angenommen. Das Land ist auf große Strecken mit Hochwald bedeckt, in den noch vielfach tertiäre Elemente der nordamerikanischen und ostasiatischen Flora eingemischt sind; doch kann, wie auf Grund der Säugetierfauna angenommen werden muß, es sich nicht um geschlossenen Urwald handeln. Es wird daher von manchen angenommen, daß das Waldgebiet unterbrochen war von großen Salzsümpfen, -wiesen und sommerdürren Salzfeldern (Spuren davon noch heute in Thüringen und Lothringen), von Steppen, die sich auf dem unverwitterten Löß ausbreiteten, von durch Tierfraß offen gehaltenen Plätzen. Aus dieser Zeit des Alt-Paläolithikums sind keinerlei Anzeichen von Pflanzenkultur auf uns gekommen. Das letzte Glazial (Würm-Eiszeit), das einen großen Teil Mittel-Europas unvereist läßt, liefert mit seiner (der Haupt-) Ablagerung von Löß den Boden für die in der nun folgenden Postglazialzeit immer intensiver vor sich gehende Besiedelung von Osten her. Die Klima- und Bodenschwankungen der folgenden Perioden zeigen daher eine Ablösung zwischen Grassteppen- und Waldvegetation, die bei allmählichem Zurücktreten der tertiären Einmischungen das heutige Landschaftsbild herstellt. Es wird dies mehr und mehr durch östliche Florenelemente bestimmt, die durch Wind und Tiere westwärts getragen werden, unter ihnen viele Steppenpflanzen, Gräser und Kräuter, die den Bestand unserer Wiesen aufbauen helfen.

Auch aus dieser Zeit, dem Jung-Paläolithikum, dessen erster Träger der Lößmensch (Aurignacien) ist, fehlen jegliche Spuren von Pflanzenkultur. Der in Höhlen lebende Mensch war Jäger und wird, soweit er pflanzliche Nahrung verzehrte, Sammler gewesen sein, der Früchte und Wurzeln der ihn umgebenden Flora verwertete. Das blieb so in der Abschmelzperiode des Spätglazial, in der die Cro-Magnon-Rasse (eine Langkopfrasse), von Osten nach Europa eingewandert, sich ausbreitet und als Vertreter des sogenannten Magdalénien die Spuren ihrer Kultur in ihren Höhlenwohnungen zurückgelassen hat[1]).

Floristisch bedeutet diese Zeit das Vordringen des Waldes gegen die Steppenflora, beginnend mit Birke und Kiefer, durchsetzt von östlichen Steppenelementen; faunistisch das gleiche Bild, ein Einschlag von Steppen- und Waldtieren.

---

1) Es kann hier nicht der Ort sein, zu den Rassen- und Besiedlungstheorien der Vorzeit kritisch Stellung zu nehmen. Wir folgen hier im wesentlichen den Anschauungen, die in den Pfahlbauberichten vertreten sind; ferner den Vorstellungen von Werth in: Der fossile Mensch; Kern: Die Rassen der Vorgeschichte und für die Kulturen: Hoernes: Kultur der Urzeit; siehe Literaturnachweis.

Während aber bildliche Darstellungen von Menschen und Tieren aus dieser Zeit in reicher Zahl vorhanden sind, findet sich nur hier und da und in mehr ornamentaler Weise die Darstellung einer Blume, einer Ähre, eines Zweiges. In diese Zeit gehören die von Nelli in der Pyrenäenhöhle des Espélugues bei Lourdes gefundenen, aus Renntiergeweih geschnitzten stabartigen Stücke, die als Getreideähren gedeutet worden sind (siehe Abb. bei Hoops, S. 248) — aus denen auf paläolithische Weizenkultur zu schließen indes bei der Einzigartigkeit des Fundes und bei der Unsicherheit der Deutung allein schon nicht zulässig ist. Ja, selbst für die Annahme, daß pflanzliche Nahrung von diesen Höhlenbewohnern als Vorrat gesammelt wurde, fehlt jeglicher Anhalt.

Bei E. Hofmann (1928) findet sich die Angabe, daß eine der Schichten der Merkensteinhöhle (Ober-Österreich) in denen Weizenkörner nachgewiesen wurden, dem Paläolithikum angehöre. Nach Rückfrage teilt die Verfasserin freundlichst mit, daß diese Zeitbestimmung, wie sich nachträglich herausgestellt hat, unzutreffend war, es sich vielmehr gleichfalls um neolithische Funde handelt.

Dagegen begegnen wir in der nun folgenden, vielfach als Mesolithikum bezeichneten Übergangszeit vom Paläolithikum zum Neolithikum (Azilien und Campignien), überall da, wo Spuren einer von Osten eindringenden Kurzkopfrasse zu finden sind, auch den ersten Spuren menschlicher Niederlassungen — durch das Waldgebiet verstreut[1]) an Seen- und Steppenrändern — und in ihnen den ersten Anzeichen von Ackerbau und Viehzucht. Man hat diese östlichen Rassen daher geradezu als „Pflanzerrassen" und „Hirtenrassen" bezeichnet (Kern 1930). Ihre Herkunft aus dem Osten steht heute außer Zweifel. Über die Zusammenhänge ihrer Grundbestandteile im östlichen Nord-Afrika, in Vorder- und im westlichen Innerasien dagegen sind die Ansichten noch geteilt. Die Schlüsse auf die Herkunft einer Kulturpflanze aus ihren Beziehungen zu den Menschenrassen sind damit derselben Unsicherheit unterworfen, die in der Deutung der Rassenzusammenhänge heute noch besteht. Umgekehrt aber dürfte der botanische Zusammenhang gewisser Kulturpflanzenrassen vielleicht geeignet sein, Licht auch auf die anthropologischen Fragen zu werfen, sofern es gelingt, mit anderen Methoden über ihre Herkunft Gewißheit zu gewinnen. Wir kommen darauf beim Getreide noch einmal zurück.

Was sich demnach aus diesen Forschungen mit voller Sicherheit ergibt, ist, daß wir das Eindringen der Kulturpflanzen und der Pflanzenkultur aus dem Osten nach Europa in das Mesolithikum (Früh-Neolithikum) zu verlegen haben.

Diese Zeit fällt im Orient, in Nord-Afrika und Südwest-Asien etwa in das 10. bis 6. Jahrtausend v. Chr., in Mittel- und Nord-Europa in das 6. bis 2. Jahrtausend, in welcher Zeit der Orient schon seine Bronzezeit erlebt (vgl. die Zeittafel bei Klatt l. c.). So sind zwar die ältesten datierbaren ägyptischen Funde, aus der Dashur-Pyramide, die dem alten Reich, III. bis V. Dynastie, angehören, zeitlich annähernd derselben Periode zuzuteilen (3. Jahrtausend v. Chr.), wie die der neolithischen Pfahlbauten der Schweiz. Kulturell sind sie ihnen schon eine Stufe voraus — indem sie der bronzezeitlichen Kultur angehören. Auch diese Abstufung der Kulturhöhe von Ost nach West läßt eine Vermutung auf die Wanderung der Kultur gewinnen; auch damit wird für die europäische Bodenkultur die Herkunft aus dem Osten wahrscheinlich gemacht. Ihr Weg kann dabei ein doppelter gewesen sein: einmal erst nach Norden und dann westwärts über die großen osteuropäischen Steppen — zum andern erst nach Westen über Kleinasien und Afrika und von da über Süd-Europa nordwärts.

1) XII. Pfahlbautenbericht: Die Landschaft ist parkartig zu denken; Zeit des Eichenmischwaldes.

Überall aber, wo uns die Spuren der Kulturpflanzen in den menschlichen Ansiedlungen zuerst begegnen, finden wir einen Teil derselben bereits als hochstehende Kulturtypen ausgebildet, was eine vorangegangene lange Entwicklung voraussetzt. Dies gilt sowohl für die Funde des Orients wie für die einer primitiveren Kultur angehörigen der Schweizer Pfahlbauten. Als Beispiel seien Weizen und Gerste genannt, über deren östliche Heimat, wie gezeigt werden wird, heute kein Zweifel besteht.

Daneben stehen in diesen Funden Kulturpflanzen, die natürlichen Wildformen noch viel näher stehen. Es ist sehr bezeichnend, daß diese stets der einheimischen Flora anzugehören scheinen, daß also die Inkulturnahme endemischer Florenelemente überall in Mittel- und Süd-Europa einer späteren Zeit vorbehalten blieb (vgl. Spelz), gleichsam als Resultat einer an fremdem Material erlernten Verwertungsweise.

Im folgenden geben wir eine Liste der in den Pfahlbauten des alpinen Gebietes aus neolithischer und Bronzezeit gefundenen Kulturpflanzen aus Hans Reinerth (1926), umfassend die Nutz- und Kulturpflanzen nach Heer (1865), Schröter (1910) und Neuweiler (1905, 1924), ergänzt nach den neuesten Funden bis 1930.

Tab. 1. Nutzpflanzen der Pfahlbauten.

1. Getreide:
   - *Hord. distichum*, zweizeilige Gerste (unsicher)
   - vierzeilige Gerste, *H. polystichum*,
   - sechszeilige Gerste, *H. hexastichum*
     - a) kleine Pfahlbaugerste, var. *sanctum* Heer
     - b) dichte sechszeilige Gerste, var. *densum* Heer
   - Zwergweizen *T. aestivum*, L. *ssp. compactum*
     - a) kleiner Pfahlbauweizen var. *antiquorum* Heer
     - b) unbegrannter Zwergweizen oder Binkelweizen, var. *Wittmackianum* Kcke
     - c) begrannter Zwergweizen var. *erinaceum* Kcke
   - Emmer, *Triticum dicoccum* Schrank
   - Einkorn, *Triticum monococcum* L.
   - Rispenhirse, *Panicum miliaceum*,
   - Kolbenhirse oder Fennich, *Setaria italica* L.

2. Gemüse:

Saubohne	*Vicia faba* var. *celtica nana* Heer
Erbse	*Pisum sativum* L.
Linse	*Lens culinaris* Med.
Pastinake	*Pastinaca sativa* L.
Möhre,	*Daucus carota* L.
Ackersalat	*Valerianella dentata* L. var. *rimosa Bast.*
Melde	*Chenopodium album* L.
Windenknöterich	*Polygonum Convolvulus* L.
Kümmel	*Carum Carvi* L.

3. Obst- und Beerenfrüchte:

Apfel	*Pirus Malus* L.
Birne	*Pirus communis* L.
Mehlbeere	*Sorbus aria* L.
Vogelbeere	*Sorbus aucuparia* L.
Kirsche	*Prunus avium* L.

Weichselkirsche	*Prunus Mahaleb* L.
Pflaume	*Prunus insititia* L.
Schlehe	*Prunus spinosa* L.
Ahl- oder Traubenkirsche	*Prunus Padus* L.
Himbeere	*Rubus Idaeus* L.
Brombeere	*Rubus fruticosus* L.
Erdbeere	*Fragaria vesca* L.
Hagebutte	*Rosa cannia* L.
Holunder	*Sambucus nigra* L.
Attich	*Sambucus Ebulus* L.
Heidelbeere	*Vaccinium Myrtillus* L.
Preißelbeere	*Vaccinium vitis idaea* A.
Schneeball	*Viburnum Lantana* und *V. Opulus* L.
Weinrebe	*Vitis vinifera* L.
4. Nüsse:	
Haselnuß	*Corylus avellana* L.
Buchnuß	*Fagus sylvatica* L.
Walnuß	*Juglans regia* L.
Wassernuß	*Trapa natans* L.
5. Ölpflanzen:	
Gartenmohn	*Papaver somniferum* L. var. *setigerum*
Hartriegel	*Cornus sanguineum* L.
Lein	*Linum usitatissimum*
Hanf	*Cannabis sativa*[1]).
6. Bast- und Gespinstpflanzen:	
Flachs	*Linum angustifolium* Huds. (Heer), *austriacum* L. (Neuweiler), *L. usitatissimum*
Linde	*Tilia platyphyllos* Scop. u. *T. cordata* Miller
Waldrebe	*Clematis vitalba* L.
7. Farbpflanzen:	
Wau	*Reseda luteola* L. (gelb)
Attich	*Sambucus Ebulus* L. (blau)
Weiße Melde	*Chenopodium album* L. (rot)
Sumpflabkraut	*Galium Palustre* L., gelb + rot.
8. Feuerschwämme:	
Echter Feuerschwamm	*Polyporus fomentarius* Fr.
Unechter Feuerschwamm	*Polyporus igniarius* Fr.
Eichen-Wirrschwämme	*Daedalia quercina* Pers.
	Lenzites sepiaria Fr.
	Lenzites abietina Fr.

Dazu treten neu auf in der Bronzezeit:

Spelz	*Triticum Spelta*
Roggen	*Secale cereale*
Hafer	*Avena sativa.*

Das Dunkel, das über dem Übergang von der Wildform zur Kulturform liegt, wird durch diese urältesten Funde ebensowenig gelüftet, wie das über den Anfängen der neolithischen Kultur selbst.

Es müssen deshalb zur Lösung dieses Problems andere Wege beschritten werden.

1) Nach Hofmann (1928) in Nieder-Österreich; fehlt in der Schweiz.

Die erste Frage, die zu beantworten ist, lautet: Wie unterscheiden sich Kultur- und Wildform; woran erkennt man, daß man es mit der einen oder der anderen zu tun hat?

1. Spontanes Vorkommen.

Zunächst sollte man meinen, daß sich diese Frage aus dem Vorkommen, dem Standort beantworten läßt; Pflanzen, die „spontan" auftretend gefunden werden, seien als „Wildpflanzen" zu deuten. Mit welchen Fehlerquellen hierbei zu rechnen ist, haben schon DARWIN und DE CANDOLLE erörtert und ihre Bedenken gelten auch heute noch. Es wird häufig schwer sein, festzustellen, ob wildgefundene Formen nur verwilderte aus verschleppten Samen oder wirkliche echte Wildsämlinge sind. Selbst in neuerschlossenen Ländern, wie etwa in Innerasien und den angrenzenden Gebirgs- und Steppenländern, darf nicht vergessen werden, daß Gegenden, die heute den Charakter unberührter Naturländer machen, in uralten Zeiten einmal Kulturland gewesen oder daß Völker über sie hinweggezogen sind. Deshalb ist es dort nicht ohne weiteres klar, ob die Standorte wirklich primitiv sind oder ob nicht vielleicht Relikte alter Kulturen vorliegen. Sowohl DARWIN wie DE CANDOLLE haben diese Schwierigkeit erkannt und warnen sehr eindringlich zur Vorsicht, besonders bei der Benutzung von Herbarmaterial, das vielfach von in dieser Hinsicht unkritischen oder von botanisch ungeschulten oder unwissenden Sammlern zusammengebracht ist. Als Beispiel für die Unsicherheit solcher Angaben ist das Vorkommen von Einkorn in der Krim zu nennen, das BAROULINA (1924) für spontan, DROSDOV (1923), wenigstens zum größeren Teil, für verwildert hält. Ebenso gehen die Ansichten über wirklich spontanes Vorkommen von *Solanum tuberosum* und seinen Verwandten in den peruanischen Hochländern stark auseinander.

Andererseits kann eine Verschleppung von Samen durch den Menschen ein wichtiger Faktor in der Verbreitung der Gewächse sein, und es wird gezeigt werden, daß für eine Reihe von Kulturpflanzen gerade diese Art der Verbreitung wesentlich geworden ist.

Haben somit auch die Angaben über Standorte verwilderter und spontan beobachteter Kulturpflanzen einen nicht zu unterschätzenden Wert, so muß doch bei der Auswertung derartiger pflanzengeographischer Notizen die Kontrolle durch andere Methoden einsetzen. Oder, mit den Worten DE CANDOLLES: „der Sammler und Reisende soll mit dem Theoretiker zusammenarbeiten".

2. Morphologische Unterschiede.

Man könnte auch versuchen, Kultur- und Wildpflanzen nach morphologischen Merkmalen zu unterscheiden. Nach CANDOLLE kommt man zur richtigen Vorstellung der zu einer Kulturform gehörigen Wild-(Stamm-)Form, wenn man von all denjenigen Eigenschaften abstrahiert, um derentwillen die Pflanze gezogen wird, und alsdann die Gruppe aufsucht, in die nach ihren Merkmalen diese „Abstraktion" einzureihen ist. Nach diesem Gesichtspunkt unterscheidet man „Konstitutions"-[1]) und „Anpassungsmerkmale".

a) Verlust der natürlichen Verbreitungs- und Schutzmittel

Wenn man in dieser Weise vorgeht, so drängt sich die Wahrnehmung auf, daß in weitaus den meisten Fällen den Kulturpflanzen die natürlichen Verbreitungs- und Schutzmittel fehlen. Dieser Mangel kann daher umgekehrt als ein Zeichen dafür gelten, daß eine Pflanze nicht mehr als primitiv anzusehen ist.

Zu solchen Verbreitungsmitteln gehören bei allen Getreidearten der Zerfall der Ähre bzw. Rispe (Brüchigkeit der Spindel; hierzu STÄHLIN 1929), der bei dem

1) Nach NÄGELI.

Wildgetreide mit einer Einrichtung zum Schutz des Samens, dem festen Spelzenschluß verbunden ist (genaueres siehe bei Weizen). Im extremsten Fall der Abänderung, beim *vulgare*-Weizen, ist sowohl Verbreitungs- wie Schutzmittel verlorengegangen. Das ist nur möglich geworden, weil beides, Schutz und Verbreitung, der Mensch in seine Hand genommen und sie damit der natürlichen Auslese entzogen hat. Tritt nun eine Kulturpflanze durch Verwilderung in den Kampf ums Dasein wieder ein, so beginnen sofort auch solche Eigenschaften wieder Selektionswert zu bekommen. Es kann daher nicht wundernehmen, daß verwilderte Pflanzen in ihren Eigenschaften oft nicht mehr streng in die eine oder andere der beiden Gruppen einzureihen sind. Anthropomorph denkend, wird dann von Degeneration gesprochen.

b) Synaptospermie

Dasselbe Resultat, Verlust natürlicher Verbreitungsmittel, kommt zustande bei der Ausbildung von Schließfrüchten, wie sie beim Schließlein und Schließmohn ein Ausstreuen von Samen unmöglich machen. Da hier auch die Frucht als Ganzes nicht abgeworfen wird, wäre die Verbreitung überhaupt erst mit dem Tode der ganzen Pflanze und Verfaulen der geschlossenen Kapseln möglich, wodurch die gesamte, beim Mohn nach Tausenden zählende Samenmenge der Pflanze am gleichen Platz zur Aussaat käme.

Aussaat in ganzen Komplexen findet sich (Thellung 1925) allerdings häufig auch bei Wildpflanzen; sie wird als Synaptospermie bezeichnet; vor allem ist sie bei solchen ausgebildet, die auf gruppen- oder herdenweises Vorkommen eingerichtet sind, z. T. an Standorten, wie Wüsten usw., wo unter Umständen Einzelindividuen gar nicht existenzfähig sind. Sie findet sich unter den Wildgräsern bei *Aegilops* (siehe unten). Die Erscheinung bei Kulturpflanzen wäre nach Braun-Blanquet als eine „ins Maßlose und Unzweckmäßige übertriebene Synaptospermie" zu bezeichnen.

Die großsamigen Leguminosen reihen sich mit ihren Hülsen, die sich nicht mehr spontan öffnen, den genannten Schließfrüchtern, Lein und Mohn, an. Nur bei *Lupinus* ist eine schließfrüchtige Form bis heute nicht gefunden — oder, weil nicht auf Samenertrag gebaut, nicht gesucht? Die Wicken nehmen in dieser Hinsicht (wie bezüglich anderer Eigenschaften, S. 256) eine Mittelstellung ein.

c) Ableitung aus rezenten Wildformen

Daß in den spontan zerfallenden Fruchtständen ein ursprünglicher, der natürlichen Verbreitung dienender Typ vorliegt, kann keinem Zweifel unterliegen. Es hat deshalb in dem Maße als unserm Getreide verwandte Formen dieses Typs bekannt wurden, sich die Ansicht ausgebildet, daß unsere Kulturgetreide von diesen brüchigen und bekannten Verwandten, *Hordeum spontaneum*, *Secale montanum*[1]), *Triticum aegilopoides* und *dicoccoides*, *Avena fatua*, *Avena sterilis*, abzuleiten sind. Sie kommt in den Stammbäumen von A. Schulz und Thellung zum Ausdruck und ist lange allgemein anerkannt worden. Mit allem Nachdruck lehnt Vavilov (zuerst 1925) diese Ableitung ab. Er sieht in den genannten Arten zwar den Kulturgetreiden nahestehende Verwandte, aber nicht solche, die in ihrer Aszendenz stehen, sondern selbständige Linnésche Arten, die einen Seitenast in der Entwicklung der Kulturgetreide (das gleiche gilt für andere Kulturpflanzen, Lein, Hanf usw.) darstellen.

1) s. unten.

Hierfür werden die folgenden Argumente herangezogen, denen eine Reihe von Gegenargumenten gegenübergestellt werden können[1]).

α) Morphologie. „Die Umwandlung (transformation) der brüchigen Formen in zähspindelige ist nicht bewiesen." Wenn VAVILOV sagt: „The occurence of such brittle progenitors found during last years for wheat, millet, hemp, does not solve the problem of the origin of cultivated plants "— so ist dem entgegenzustellen, daß mit der Ablehnung der bisher als solche genannten vermeintlichen Ahnen das Problem der Entstehung der Kulturform nur weiter zurückverlegt ist. Wir suchen, auch wenn nicht *Tr. dicoccoides* AARONSOHN am Anfang der gesamten Weizenreihe steht, die Ahnen unserer Getreidearten unter den Gräsern mit natürlichen Verbreitungsmitteln.

Wie wäre es aber zu erklären, daß gerade neben unsern wichtigen Getreidegräsern — und nur neben ihnen, als nächstverwandte Formen, Wildgräser stehen, die alle die Bedingungen erfüllen, die wir logischerweise — und heute dürfen wir gerade auf Grund der VAVILOVschen Resultate bereits sagen: erfahrungsgemäß — an der Schwelle für die Übernahme in die Kultur an ein Wildgras stellen müssen. Alle die als Vorfahren genannten (es ließen sich noch andere, beispielsweise Reis, hinzufügen) sind anderen, nahestehenden Arten gegenüber, wie *Secale montanum*[2]) *Hordeum bulbosum* und *murinum*, *Triticum repens* usw., durch das große mehlreiche Korn ausgezeichnet; dies sicherlich der stärkste Anreiz zum Absammeln, zur Aufnahme in die Kultur. Das gilt sowohl für Weizen und Gerste als primäre Kulturen, wie für Hafer und Roggen, die auf dem Umweg über das Unkraut als sekundäre Kulturpflanzen anzusehen sind. Es ist im höchsten Grade unwahrscheinlich, daß — trotz vieler Konvergenzen, die wir als homologe Reihen kennen — überall ein „Seitenast" in gleicher Weise sich abgezweigt hat „a curious group of wild related forms corresponding[3]) to cultivated plants". Gerade bei den aus Unkräutern hervorgegangenen Hafersorten ist die enge Verwandtschaft derselben mit verschiedenen Wildhaferarten eher ein Argument für als gegen die Ableitung von diesen (hier also *sativa* von *fatua*, *byzantina* von *sterilis* usw.).

In der Natur finden sich vielfach Beispiele für den Zusammenhang zwischen brüchigen und nichtbrüchigen Formen. Sie stehen nebeneinander im Formenkreis von *Triticum monococcum* (siehe S. 84). Für *Hordeum spontaneum* beschreibt VAVILOV (S. 168) aus Turkmenistan Rassen mit „verhältnismäßig zäher Spindel". Das schönste Beispiel bietet wohl das Auffinden des brüchigen Wildroggens aus dem Formenkreise von *Secale cereale* (siehe S. 177). *Secale montanum* als Roggenahn ist, wenn man ihn mit den entsprechenden Weizen-, Hafer- und Gerstenwildformen vergleicht, durchaus weiter von der Kulturform entfernt als diese andern. Wenn man aber nunmehr in die hier in Betracht stehenden Fragen den brüchigen Wildroggen *Secale cereale* var. *ancestrale* ZHUKOVSKY einsetzt, so bilden diese Formen einen höchst einheitlichen morphologischen Typus, an den sich die „Kulturformen" direkt anschließen lassen.

Erfahrungen an andern Objekten, die der Beobachtung lange genug unterzogen waren, lassen einen mutativen Ursprung dieser neuen Eigenschaft vermuten (vgl. auch den festen Hülsenschluß bei der Saaterbse). Es ist in diesem Zusammenhang von Interesse, daß EIG bei der nahe mit *Triticum* verwandten Gattung *Aegilops* eine Sippe von *Ae. ventricosa* mit zäher Spindel beschreibt

1) Einzeldiskussion siehe besonders in ORIGIN, S. 146ff, 155, 167; Geogr. Genzentren S. 352.
2) s. unten.
3) Von mir gesperrt.

(S. 95). In eigenen Versuchen in Dahlem trat eine Pflanze mit gleichfalls völlig zäher Spindel (gut ausgereift) innerhalb einer Nachkommenschaft von *Ae. speltoides* TAUSCH auf, deren übrige Geschwister in der für die Art charakteristischen Weise zerfielen. Doch hat sich diese Eigentümlichkeit, die bei der Ernte 1927 sehr auffallend war, als nicht erblich fixiert erwiesen. Ihr Vorkommen, wenn auch nur modifikativ, zeigt, daß sie im Artbilde der Art liegt. — In *Bromus secalinus*, das meines Wissens jedoch nirgends in Kultur genommen ist, liegt ein Wildgras mit zäher Spindel — Verlust der natürlichen Verbreitungsmittel — mit verhältnismäßig großen Samen vor. Über die Möglichkeit seiner Entstehung siehe bei Unkräuter (S. 49).

Nicht gering zu veranschlagen ist endlich die Tatsache, daß die Vererbungsweise der morphologischen Merkmale auf eine ganz außerordentlich nahe genetische Verwandtschaft unserer Kulturformen gerade mit diesen Wildarten hinweist: *Hordeum spontaneum* fanden die meisten Beobachter unbeschränkt fertil mit allen Gersten kreuzbar; ebenso *Avena fatua* mit *Avena sativa*, *Linum usitatissimum* mit *Linum angustifolium*; über *Triticum dicoccoides* × *dicoccum* (usw.) stimmen die Angaben nicht überein (TSCHERMAK, VAVILOV). Für eine ganze Anzahl Faktoren ist Identität oder Allelie nachgewiesen worden. (v. UBISCH, SCHIEMANN, TAMMES, NILSSON-EHLE, THELLUNG, SURFACE, GARBER a. QUISENBERY u. a.) Vor allem zeigen die Brüchigkeitsfaktoren Übereinstimmung: so geben die zähspindeligen Kulturgersten miteinander gekreuzt in vielen Fällen brüchige F_1 und Aufspaltung in brüchig: nichtbrüchig in verschiedenen Verhältniszahlen. Kreuzungen mit *Hordeum spontaneum* ergaben alsdann, daß die beiden Brüchigkeitsfaktoren von *spontaneum* z. T. in unveränderter Form, z. T. als rezessives Allel (zähspindelig) auf die Kulturgersten verteilt sind (v. UBISCH), daß diese außerdem daneben dominante Hemmungsfaktoren führen (SCHIEMANN), die der Wildgerste fehlen, über deren Natur zur Zeit noch nichts ausgesagt werden kann.

Auch die „Synthese" von *Tr. dicoccoides* durch LOVE a. CRAIG beweist, daß die Gene, die den Wildemmer aufbauen, in den Kulturweizen vorhanden sind. Die schöne vergleichende Genanalyse von *Linum usitatissimum* und *angustifolium* durch TAMMES hat Allelie für sieben Blütenfarbfaktoren nachgewiesen.

Wie nahe die echte Wildrasse unserer Kulturgetreide primitiveren Kulturrassen unter Umständen stehen kann, geht aus der Nebeneinanderstellung des Korngewichtes von Gerste nach REGEL hervor.

Tabelle 2. Korngewichte von zweizeiligen Wild- und primitiveren Rassen von Kulturgersten nach REGEL, 1917, S. 620

wild	*Hordeum Korshinskianum* . .	36—44 mg
	„ *leucoranicum* . . .	40—48 „
alte Kulturgersten in Transkaukasien	„ *colchicum*	37—41 „
	„ *europaeum*	30—45 „
	„ *wolgense*	36—48 „
	„ *deficiens*	37—50 „

Zieht man das Resultat aus dieser Reihe von Beobachtungen und Versuchen, so läßt sich für den Übergang vom brüchigem Wildgras zum „Getreide" folgende Vorstellung gewinnen:

In der Natur treten neben den typischen Wildgrasformen mutativ solche mit zäher Spindel auf. Diese Mutationen — echte Faktormutationen — können in einem Wegfallen der Brüchigkeit (Verlustmutation = Umwandlung in das

rezessive Allel) oder in einem Hinzutreten von Hemmungsgenen (Gewinnmutation) bestehen.

Die neuen Mutanten vermehren sich mit und neben ihren wilden Verwandten. Unter den großfrüchtigen Gramineen, die der Mensch in der Periode des Sammelns zur Nahrung einsammelte, mußten sich solche Formen durch unbewußte künstliche Auslese anhäufen und bei dem Übergang zum planmäßigen Anbau schließlich herausgelesen werden. Es steht nichts im Wege, diesen Vorgang äußerst weit zurückzuverlegen, ihn andererseits an den verschiedensten Stellen und mit den verschiedensten Objekten wiederholt verwirklicht zu denken.

Zur Phylogenie der Zähspindeligkeit vgl. auch STÄHLIN (1929).

β) Variationsbreite. Es liegt nun kein Grund vor anzunehmen, daß die wilde Stammform mit der Entstehung kulturbrauchbarer Mutanten nicht unabhängig von der Kultur weiter bestehen bleibt und ihrerseits — entsprechend dem, was wir vom Tempo der Entwicklung unter natürlichen Verhältnissen wissen — in der „relativ kurzen" Spanne seit dem Neolithikum sich unverändert oder nur wenig verändert bis heute erhalten hat. Dafür spricht die bereits von HEER mitgeteilte Beobachtung, daß im Gegensatz zu den Kulturpflanzen der Pfahlbauten, die alle mehr oder weniger von den heutigen verschieden sind, die Wildpflanzen und Unkräuter den heutigen weitgehend entsprechen.

Hier greift ein genetisches Argument VAVILOVS gegen die Ableitung ein (S. 146); er sagt: die genannten Wildformen stellen nur „eine engbegrenzte Gruppe von Formen dar mit einer kleinen Anzahl Varietäten, oft isoliert und unfähig, die ganze Mannigfaltigkeit der Kulturtypen zu erklären". Dagegen läßt sich einwenden, daß es kaum berechtigt ist, die Mannigfaltigkeit der Hartweizen oder gar der hexaploiden Weizen, als der jüngsten Glieder der Gattung, bereits in den Ausgangstypen zu erwarten; das gilt ebenso für *Hordeum* wie auch für die andern genannten Wildarten. Und was über die Konstanz wilder Pflanzen gesagt ist, erklärt auch ihre noch heute geringe Variationsbreite gegenüber den kultivierten Deszendenten.

γ) Ökologie. Das 3. Argument VAVILOVS betrifft die Ökologie der Wild- und Kulturformen, der VAVILOV ein besonderes Kapitel (Origin ch. 6) gewidmet hat. Was hier ausgeführt ist, scheint uns eher für als gegen die in Frage stehende Ableitung zu sprechen. Die wichtigsten Sätze sind die folgenden:

S. 234. „Wenn wir die ökologischen Besonderheiten einer Anzahl „primärer"[1]) Kulturpflanzen mit denen ihrer nächstverwandten wilden Arten und Varietäten vergleichen, so fällt die höchst bedeutsame Tatsache auf, daß die wilden Arten und Varietäten, die den Kulturpflanzen am nächsten verwandt sind, mit diesen eine ökologische Gruppe bilden."

So ist *Hordeum spontaneum* ökologisch „in allen seinen Formen eine Pflanze der Kulturbedingungen, der kultivierten Böden", ebenso wie *Hordeum sativum;* diesen beiden zwar nahe, obgleich eine Gruppe für sich bildend, stehen *Hordeum bulbosum* und *murinum*, während die andern wilden *Hordeum*-Arten, *crinitum, maritimum* usw., ganz andere ökologische Typen darstellen. Ebenso sind *Avena fatua* und *Ludoviciana* DUR. ökologisch an Kulturbedingungen angepaßt, das gleiche gilt für den Unkrautroggen, für *Daucus carota*, *Ervum*-Arten usw. Auf Grund dieser ökologischen Verhältnisse leitet VAVILOV, wie gezeigt wird[2]), die „primären" Kulturen ab: „This fact explains to a considerable extent how the „primary" crops have originated". Trotzdem lehnt er für Gerste, Weizen und Hafer die Ableitung von diesen „nächstverwandten wilden Arten" ab — während seine Argumentation uns vielmehr gerade auf diese Ableitung hinzu-

1) S. hierzu S. 48.

2) Wir kommen darauf bei den Theorien zur Entstehung der Kulturweizen noch einmal zurück (S. 100).

zielen scheint. Eine Ausnahme macht *Tr. dicoccoides*, das scheinbar unter abweichenden ökologischen Verhältnissen in Felsschluchten Syriens und Palästinas vorkommt; aber sogar hier erklärt VAVILOV selbst das Vorkommen „durch die Gegenwart von Humus und genügender Menge von Dünger an diesen Plätzen". Andererseits fand AARONSOHN den Wildemmer stets vergesellschaftet mit *Hordeum spontaneum* — für das oben ökologisch gerade Kulturbedingungen angegeben waren. Welche Rolle der Tierfraß (speziell Ziegen) für die Einengung des *dicoccoides*-Areals auf solche Standorte spielt, wird an anderer Stelle gezeigt (siehe S. 100).

Alles in allem kann man der Skepsis VAVILOVS, die in den Worten gipfelt: „Es bleibt der Phantasie überlassen, die historischen Verbindungen in mehr oder weniger glaubhafter Form wieder herzustellen" den Eindruck entgegensetzen, daß ein Teil seiner Gegenargumente nicht stichhaltig ist — daß andererseits sich starke Argumente für die von ihm angefochtene Ansicht geltend machen lassen, die nicht nur Phantasiegebilde sind, sondern mit exakt naturwissenschaftlichen (genetischen) Methoden gewonnen. Endlich aber bleibt das phylogenetische Bedürfnis unbefriedigt, wenn man vor dem entscheidenden Schritt Natur—Kultur haltmacht, weil „for practical purposes the distribution of varietal diversity in our time and in recent historical epochs is of the greatest interest". In eine Erörterung über den „Ursprung der Kulturpflanzen" gehört die Auseinandersetzung mit dem Problem des Zusammenhanges mit den Wildformen, auch da, wo dieses sich nicht ablesen, sondern nur mehr erschließen läßt.

d) Variationsbreite „nützlicher Eigenschaften"

Wenn oben gezeigt wurde, daß die Gräser deshalb „Getreide" wurden, weil unter ihnen großkörnige mehlreiche Arten sich dem Menschen als Nahrung boten, so zeigt ein Vergleich auch anderer Kulturpflanzen mit den wilden Gewächsen, daß die Eigentümlichkeiten, um derentwillen wir die betreffenden Organe unserer Kulturpflanzen schätzen, sich oftmals ebenso bei Wildpflanzen finden.

CANDOLLE teilte die Kulturpflanzen ein nach den Organen, um derentwillen sie gezüchtet werden. Es werden verwertet:

1. Unterirdische Organe,
2. Stengel, Blätter,
3. Blüten, Blütenhüllen,
4. Früchte, Samen.

Bezüglich dieser Teile sind nun die Wildpflanzen vielfach morphologisch ganz ähnlich ausgebildet. Der Unterschied ist entweder nur quantitativ oder er liegt darin, daß erst die günstige Kombination mehrerer Eigenschaften zu einer Verwertbarkeit durch den Menschen führt. Die Ausbildung der unterirdischen Organe als Speicherorgane findet sich in den Knollen und Rhizomen vieler wilder Kräuter; sie sind aber wertlos, ungenießbar, ja sogar giftig. In der Saftigkeit der Blätter und Stengel nehmen es die Succulenten, Cacteen und Euphorbien mit unsern Kohlarten auf; es fehlen ihnen aber die spezifischen Salze, die ihren Wert für den menschlichen Genuß ausmachen, wofür Beispiele nicht genannt zu werden brauchen. Die Eigenschaften, um derentwillen Kulturpflanzen gehalten werden, liegen somit in der natürlichen Variationsbreite der Arten. Sofern nur ein gewisser, wenn auch geringer Grad von Nützlichkeit primär vorhanden ist, kann der heute vorliegende durch weitere Selektion erreicht worden sein, wie im folgenden Abschnitt gezeigt wird. Hunger- und Notzeiten greifen auch heute noch in diese im Wildzustand vorhandene unausgenutzte Reserve hinein.

3. Physiologische Unterschiede

a) Keimverzug

Ein weiteres Merkmal, durch das sich Wild- und Kulturformen unterscheiden, liegt in der schnelleren oder langsameren Keimfähigkeit der Samen, dem sog. Keimverzug. Viele wilde Gewächse machen nach erfolgter Reife erst ein Stadium der Samenruhe durch, sei es, daß sie überhaupt zur Zeit der Abtrennung der Samen vom Mutterorganismus die nötige Keimreife noch nicht besitzen, sei es, daß die Schutzhüllen erst mechanisch zerstört werden müssen, damit der Keimling sie durchbrechen kann. Dieser Keimverzug ist z. B. stark ausgeprägt bei den Wildgetreiden: *Avena fatua* und *Hordeum spontaneum*, nach Körnicke (1882); nach eigenen Versuchen Postsdam 1918/1921. Charakteristischerweise fehlt er den Fatuoiden (s. dort), die ja ihre biologischen Erbeinheiten vom mütterlichen Kulturtyp haben müssen. Die sogenannte Hartschaligkeit der Leguminosen gehört hierher. Sie ist sehr verbreitet bei den kleeartigen, dagegen fast fehlend bei den großsamigen Leguminosen, die mehr als Klee und Luzerne der menschlichen Züchtungsauslese unterworfen gewesen sind, die naturgemäß die spätkeimenden Erbtypen unbewußt ausmerzte. Noch heute zeichnen sich gut bodenständige Luzernen, z. B. die fränkische, durch einen verhältnismäßig hohen Anteil harter Samen aus. Biologisch bedeutet die Hartschaligkeit (wie der Keimverzug) eine Verteilung der Keimung auf so verschiedene Zeiten, daß nicht alles einem einmaligen schädigenden Einfluß der Witterung (z. B. Frost) zum Opfer fallen kann.

Ein hübsches Beispiel für die Wirkung des Keimverzugs bei Wildform gegenüber Kulturform bietet die als Unkraut zwischen Mais wachsende Teosinte (Collins 1921, siehe S. 196).

b) Immunität

Eine für die Praxis wichtige Frage ist es, ob die Ansicht zu Recht besteht, daß die wilden Stammpflanzen eine größere Immunität besitzen, als die ihnen entsprechenden Kulturpflanzen. Man hat auf sie zurückgegriffen, um durch Kreuzung resistente Sorten zu erzielen (vgl. Kartoffel S. 225).

Es zeigt sich, daß diese Ansicht nur sehr beschränkt richtig ist. Vavilov (1918) nennt z. B. als empfängliche Wildpflanzen *Linum angustifolium*, *Hordeum spontaneum*, *Triticum dicoccoides* (manche Sippen), *Avena Ludoviciana* (=sterilis) und *fatua*. In eigenen Versuchen (Potsdam 1920/21) war *Hordeum spontaneum* außerordentlich empfänglich für *Helminthosporium*. Phylogenetisch auswertbar sind die Immunitätserscheinungen eher in dem Sinne, daß häufig verwandte Formen — innerhalb der phylogenetischen Linie — gleiche Reaktion zeigen; so sind *Avena brevis* und *strigosa* beide immun gegen *Ustilago Avenae* (siehe S. 187).

c) Lebensdauer und Entwicklungsrhythmus

Sehr häufig finden sich bei den Kulturpflanzen gegenüber ihren wilden Verwandten Unterschiede in der individuellen Lebensdauer, ob einjährig, zweijährig, mehrjährig oder perenn. Davon zu unterscheiden ist die Vegetationsdauer bis zur Reife, die nur bei den einjährigen Pflanzen in charakteristischen Unterschieden zum Ausdruck kommt — für die Kulturpflanzen die wichtige Frage der Spät- oder Frühreife betreffend. Endlich ist, gleichfalls bei den einjährigen Pflanzen, der Entwicklungsrhythmus von Bedeutung, demzufolge man sommer- und winterannuelle Pflanzen unterscheidet.

Das Verständnis für die biologischen Ursachen dieser Unterschiede ist durch die Arbeit der letzten 20 Jahre wesentlich gefördert worden, die teils auf physio-

logischem, teils auf genetischem Gebiet liegt. Erst aus dem Zusammenwirken beider ist man zu gesicherten Ergebnissen gekommen. Die Arbeit ist noch voll im Gang; doch lassen sich schon heute wesentliche Tatsachen besonders in der geographischen Verteilung der verschiedenen Typen unter den Kulturpflanzen einigermaßen gut verstehen.

In wenig Fragen ist so starr an einer Lamarckistischen Deutung der „Anpassung" festgehalten worden, wie in der der Umzüchtung von Sommer- in Wintergetreide und umgekehrt. Es hat sich aber gezeigt, daß die oben geschilderten biologischen Unterschiede Winter- und Sommerform, einjährig und mehrjährig durch mendelnde Faktoren, wenn auch sehr komplex, bedingt sind. Zu den physiologischen Einzelfaktoren dieses Komplexes gehören die Reaktionen auf Temperatur und Licht, die chemische Konstitution des Plasmas, einschließlich der Farbstoffbildung; hier haben besonders die Untersuchungen von Maximow (1912, 1913, 1925) und Gassner (1910, 1913) bahnbrechend gewirkt (im einzelnen siehe unten). Die erbliche Bedingtheit, Zurückführung auf bestimmte Erbanlagen und Aufklärung des Erbganges, wurde von Biffen (1905), Nilsson-Ehle (1912), Tschermak (1906), Vavilov und Kusnetzow (1921), Schiemann (1925), Kuckuck (1930), Lewicki (1927) klargestellt, nachdem bereits 1904 Correns an *Hyoscyamus niger* den mendelnden Erbgang von Ein- und Zweijährigkeit nachgewiesen hatte.

Aus dem Gesamtkomplex sind zunächst zwei Teilkomplexe herausgeschält: Winterfestigkeit ± einerseits, Winter-Sommertypus andererseits, für welche mit der im folgenden erklärten Einschränkung die Symbole WW = winterfest, SS = Sommertypus (Schoßtypus) gesetzt werden können.

Winterfestigkeit: Winterfestigkeit ist chemisch-physiologisch bedingt, in hohem Maße abhängig vom Zuckergehalt der Keimpflanzen (Gassner und Grimme 1913, Åkerman 1917, 1918), nicht dagegen, wie Stebutt (1924) meinte, anatomisch von Zellgröße, Größe und Zahl der Stomata usw. (Baroulina 1921). Die genetische Grundlage ist relativ einfach; Winterfestigkeit ist durch mehrere (bis zu 4 oder 5) unabhängige, gleichsinnige Faktoren, also polymer bestimmt (Nilsson-Ehle 1909, 1912, Vavilov und Kusnetzowa 1921, Tschermak in Fruwirth). Daher ist Wintergetreide ± winterfest; Sommergetreide ist vielfach nicht auf Winterfestigkeit geprüft, kann aber auch winterfest sein (siehe unter Wechselkorn).

Sommer-Wintertypus: Nicht so einfach gestaltete sich die Analyse des Sommer-Wintertypus. Für unser Klima unter den normalen Bedingungen der landwirtschaftlichen Kultur kann man definieren:

Winterformen sind solche, die nach der Reife ausgesät, nach erfolgter Keimung eine Ruheperiode (Anabiose) durchmachen, um ihren Entwicklungsgang in der nächsten Vegetationsperiode zu beenden; sie benötigen zur Auslösung ihrer generativen Organe (Schossen) der Einwirkung des Frostes, bzw. niedriger Temperaturen (Maximow 1925, Gassner 1919, Åkerman 1917, 1924, Schiemann 1924; für *Beta*: Gutzeit 1907.

Sommerformen sind solche, die ihre Entwicklung von Aussaat bis Reife ohne Unterbrechung in einer Vegetationsperiode (Sommer) vollziehen.

Praktisch wirkt sich diese Eigenschaft so aus, daß Winterkorn bei Frühjahrssaat sitzen bleibt (ss), Sommerkorn dagegen normal schoßt (SS); gleichzeitig ist der Habitus der jungen Pflanzen verschieden.

Die in der Praxis immer wieder behauptete Möglichkeit der Umzüchtung von einem Typus in den andern (einschließlich der Winterfestigkeit!) durch einfache Veränderung der Aussaatzeit ist von Fruwirth (1915, 1918) und Schiemann (1924) als Auslese aus Populationen, die als solche nicht erkannt waren,

erklärt worden (siehe dort Literatur zur Frage Umzüchtung). Die Verknüpfung der Winterfestigkeit mit dem Wintertypus, der Frostempfindlichkeit mit dem Sommertypus ist nur zu geringem Teil physiologische Korrelation; vielmehr meist Kombinationswirkung verschiedener unabhängiger Faktoren, bzw. Faktorenkomplexe, welche den Entwicklungsrhythmus und die Vegetationsdauer der Pflanzen bestimmen (Schiemann 1924, Kuckuck 1929). Im Wechselkorn z. B. sind beide Komplexe „WW" und „SS" dominant vorhanden. Ähnlich Flaksberger, der (1929) alles Wechselkorn als Sommergetreide mit größerer Winterfestigkeit auffaßt. Heterozygotes Wechselkorn (Lewicki 1927 u. 1930) ist nur phänotypisch gleichzusetzen. Als Beispiel seien die französischen Bordeauxweizen genannt, in Frankreich als Winterweizen gebaut (Vilmorin 1850, S. 86) aus denen ein Teil der deutschen Hochzucht-Sommerweizen stammt. Im einzelnen variiert die genetische Grundlage nach Dominanz, Anzahl von Faktoren (Vavilov und Kusnetzowa 1921, Schiemann 1924, Lewicki 1927, Leighty u. Boshnakian 1923, Nilsson-Leisner 1925; für *Beta* z. B. Bateson, H. Nilsson, Hallquist usw. Literatur siehe bei Fruwirth IV, S. 452).

Der Wintertypus kann auch aus Sommergetreide herausspalten. — Beispiel für Weizen von Nilsson-Ehle (1924), für Gerste von Schiemann (1925); von Kuckuck (1929) als extreme Kombination von Vegetationslängefaktoren erklärt.

Physiologisch kann die Ruhepause stark abgekürzt werden; wesentlich ist die Frostwirkung im Jugendstadium. Neben der Frostwirkung ist in letzter Zeit die Lichtwirkung stärker beachtet worden. Garner a. Alland erkannten die Bedeutung der Tageslänge für den Habitus und Entwicklungstypus der Kulturpflanzen; ihre Beobachtungen beziehen sich nicht nur auf Getreide (1920, 1923). Sie zeigten, daß es nicht so sehr auf die Lichtmenge ankommt, als auf die Periodizität. Sie unterscheiden danach Pflanzen der langen Tage, welche zur Auslösung des Blühens einen langen Tag (> 12 Stunden) brauchen — hierzu die Getreide; bei ihnen wirkt die Verdunkelung vegetativ auslösend —, und Pflanzen der kurzen Tage, welche vielmehr nur bei kurzen Tagen (< 12 Stunden) zur Fortpflanzung schreiten — bei ihnen wirkt, experimentell, die Verdunkelung generativ auslösend; hierzu z. B. *Soja*, *Nicotiana*, *Phaseolus*, aber auch Hirse und Mais. Die Tageslänge ist somit der auslösende Faktor; Temperatur, Feuchtigkeit, Lichtintensität wirken nur, je nach der Spezies, hemmend oder fördernd. Indem z. B. bei Getreide die Verlängerung der Tagesperiode das Schossen befördert, andererseits niedrige Temperatur die Wachstumsvorgänge verlangsamt, erklärt es sich, daß eine bestimmte Jahreszeit an jedem Ort (normalerweise) allein für die Auslösung der Reproduktionsvorgänge optimal ist.

Garner und Alland schließen ihre erste Arbeit (1920) mit der phylogenetisch bedeutsamen Feststellung: „Die Beziehung zwischen Tageslänge und der vorherrschenden Temperatur des Winters kontrolliert den Reproduktionsrhythmus vieler Spezies und ihre Fähigkeit, in gewissen Regionen zu existieren"[1]).

Als Faktoren, die bei der Differenzierung in Winter- und Sommertypen mitgespielt haben müssen, sind somit Temperatur und Licht die wichtigsten.

An 57 Weizen und 84 Gersten hat Enomoto (1929) gezeigt, daß das Schossen in der Weise von diesen Faktoren abhängt, daß typische Winterformen gegen Veränderung von Licht und Temperatur hochgradig unempfindlich sind; typische Sommerformen dagegen in höchst verschiedenem Maße für Licht oder für Temperatur empfindlich sind und darauf

1) Von mir gesperrt.

mit Schossen oder Sitzenbleiben reagieren. Zwischenformen sind daher als Kombinationsformen verschiedener Grade der Empfindlichkeit für Licht und Temperatur anzusehen.

Die Faktoren, welche durch diese Arbeiten der letzten 20 Jahre in ihrer Wirkung auf den Lebensrhythmus der Pflanzen erkannt worden sind, haben natürlich von Anfang an bei der Formenausgestaltung eine Rolle gespielt. Ein reicher Erbschatz war vorhanden, an dem die Auslese, in der Hand des kulturtreibenden Menschen in jeweils bestimmter Richtung arbeiten konnte. Die natürlichen Grundlagen für Entstehung Einjähriger aus Mehrjährigen, Sommerannueller aus Winterannuellen waren damit gegeben.

Der ursprüngliche Typus des Getreides ist zweifellos das Wintergetreide — d. h. das Wildgras samt sich nach der Reife aus, keimt und macht ein vegetatives Stadium ± ausgesprochener Ruhe (Anabiose) durch, um in der nächsten Vegetationsperiode zur Blüte und Reife zu schreiten; es ist winterannuell.

In der suptropischen Heimat unserer Getreide mit ihren milden Wintern kann dies der natürliche Entwicklungsgang bleiben, unbeschadet einer eventuellen Differenzierung in der physiologischen Eigenschaft der Temperatur- oder Lichtempfindlichkeit. Sobald solche Pflanzen aber in klimatisch andersartige Gegenden mit Winterfrösten und abweichender Belichtung kommen, sei es aufwärts ins Gebirge, sei es nordwärts in kältere geographische Zonen, muß Frosthärte als physiologisches Merkmal Auslesewert bekommen.

In der freien Natur werden dadurch zwei Wege der Differenzierung geöffnet: In natürlicher Auslese werden entweder infolge Auswinterung nur noch winterharte, dem Klima jeweils angepaßte Sippen zurückbleiben und im folgenden Jahr ausreifen (1. Modus). Oder es werden Sippen isoliert, die durch starken Schutz des Samens oder durch hinausgeschobene Keimreife das Auskeimen bis in die milde Jahreszeit verschieben (2. Modus); dieser letzte Weg ist der physiologisch sicherere; hinzu muß nur kommen, daß die danach noch zur Verfügung stehende Menge an Licht und Wärme ausreicht, um die Pflanze bis zur Reife zu entwickeln. Je weiter nach Norden, desto mehr wird der Auslesewert der Faktoren kurze Vegetationsperiode, lange Tage steigen. Andererseits wird der Organismus von den physiologischen Wirkungen der Frostperiode unabhängig gemacht — diese verlieren an Auslesewert; so wird die Korrelation Sommerkorn — frostempfindlich; Winterkorn — winterfest verständlich. — Damit sind die Bedingungen gegeben, die einer natürlichen Umzüchtung von Winterkorn in Sommerkorn zugrunde liegen.

In der Kultur ist weder Frostschutz des Samens noch Keimverzug vonnöten — allerdings setzt der Anbau von Sommerkorn eine rein ackerbauliche Kulturarbeit voraus: nämlich die Aufspeicherung der Erntevorräte bis zum Frühjahr.

Über die Entwicklungsformen bei Wildgetreide liegen folgende Beobachtungen vor:

Triticum aegilopoides boeoticum ist nach Versuchen von Solms-Laubach in Straßburg, Flaksberger (1913, Material aus der Krim), Ledebour, Larionow (1913) winterannuell. Percival unterscheidet den Habitus der jungen Pflanze in „winter-type" und „spring-type" (prostrat und erect), macht aber keine Angaben über Schoßfähigkeit nach Frühjahrssaat. Das von E. Baur in Kleinasien 1926 gesammelte Material von brüchigem Einkorn erwies sich bei Aussaat in Dahlem durchweg als winterannuell (blieb bei Frühjahrssaat sitzen).

Nach Flaksberger sollen alle Kulturformen von *monococcum* Sommerformen sein (1913, S. 353): „Kultivierte Wintereinkornformen zu finden, ist mir nicht gelungen, ungeachtet des Vorhandenseins von Assortimenten aus allen Weltgegenden." Percival dagegen gibt an, daß bei Kultureinkorn beide Formen vor-

kommen, die Winterformen aber die häufigeren sind. Die im Dahlemer Sortiment vorhandenen Kultursippen schossen auch bei Frühjahrssaat. Ob daher echte „Winterformen" entsprechend den experimentell geprüften Wildsippen vorkommen, ist nach den vorliegenden Angaben nicht zu entscheiden und müßte an verschiedenen Orten nachgeprüft werden.

Das gleiche gilt für *Triticum dicoccoides*. Nach Flaksberger (1910), Regel (1912), Vavilov (1913), Percival (1923) ist *Tr. dicoccoides* winterannuell. In Dahlem schoßt es bei Frühjahrssaat und kommt, wenn auch spät, zur Reife; die Winterfestigkeit ist gering.

Hordeum spontaneum Koch ist in Dahlem Sommerform, frostempfindlich, mit starkem Keimverzug (siehe S. 30) (Schiemann 1924). Regel (1917) gibt für Transkaukasien nur Winter-, Vavilov Winter- und Sommertypen an.

Tr. dicoccoides und *H. spontaneum* könnte man daher als Sommerformen mit ± großer Winterfestigkeit bezeichnen. Das gleiche gilt für die Mehrzahl der kultivierten *dicoccum-* und *durum*-Sippen, die, weil hauptsächlich in mildem Klima gebaut, meist in Herbstaussaat gesät werden, aber Schoßfähigkeit bei Sommersaat besitzen. Angaben über Sitzenbleiben dieser bei Frühjahrsaussaat sind mir nicht begegnet; nach eigenen Versuchen kommt dies bei *Tr. turgidum* vor. Danach kämen also beide biologischen Formen in der Einkorn- und Dinkelreihe gleich häufig vor; dagegen wären die tetraploiden Weizen in überwiegender Mehrzahl Sommer-(Schoß-)Typen mit ± großer Winterfestigkeit.

Wie ist nun die Entwicklung bei unserm Getreide (als den wichtigsten Kulturpflanzen) gegangen?

Im ganzen Altertum ist im Mediterrangebiet das Getreide Winterkorn. Plinius (18. Buch) spricht zwar auch ausdrücklich von Sommergetreide; doch versteht er darunter: Hirse (*Panicum, Milium*), Sesam u. a., während Weizen und Gerste überall im Herbst ausgesät wurden. Das ist auch heute dort so, ohne daß viele dieser Formen im oben entwickelten Sinne als Wintertypen gelten können; man müßte sie vielmehr als Wechselweizen bezeichnen. So werden z. B. die *durum*-Weizen. im Mediterrangebiet als Wintergetreide gebaut. Sie benötigen die auslösende Wirkung des Frostes bei uns nicht, wenn sie, weil nicht winterhart, im Frühjahr ausgesät werden. Wenn sie trotzdem für unser Klima ungeeignet sind, so liegt das wesentlich an ihrer langen Vegetationsdauer. Unter den mediterranen *vulgare*-Weizen sind dagegen manche, die auch bei uns zur Reife kommen; sie „passen sich an", weil sie bezüglich ihrer Vegetationsperiode günstiger erblich veranlagt sind (Akklimatisation, Nilsson-Ehle 1911).

Plinius erwähnt als Besonderheit (Buch 18, 49), daß am Rhein (bei Trier) nach kalten Wintern, wenn das Wintergetreide erfroren ist, eine Nachsaat im März gemacht wird. Daraus geht einerseits hervor, daß auch in Gallien, wohl überhaupt in den römischen Provinzen der Anbau als Wintergetreide damals der übliche war. Es folgt aber zweitens, daß wenigstens im genannten Gebiet mit der Möglichkeit, ein schossendes — und reifendes — Korn aus Frühjahrssaat zu erhalten, gerechnet wurde.

Auf diese Angabe gestützt, spricht zuerst Krause (1911) den Gedanken aus, daß sich die Entstehung des Sommerkorns, das heute in Mittel- und Nord-Europa gebaut wird, so vollzogen habe, daß sich in Gebirgsgegenden aus Frühjahrssaat, die erst aus Not, später allgemein geübt wurde, durch natürliche Selektion „aus dem Sortengemenge des Getreides" das Sommerkorn herausdifferenziert habe. In weiterer Ausführung dieses Gedankens sieht er die Ursache dafür, daß die Besiedelung Deutschlands z. Z. des Mesolithikums so lange hingehalten wurde, darin, daß die südlicheren Einwanderer nur Winterkorn hatten, welches in den nördlicheren Gegenden erfror. Wenn man nicht mit einer Erwärmung des Klimas

Tabelle 3. Lebensdauer und Entwicklungsrhythmus einiger Kulturpflanzen und ihrer wilden Verwandten

Name	Wildform oder Kulturform	1jährig	2jährig	mehrjährig bis perenn	bei Einjährigen: W winterannuell	bei Einjährigen: S sommerannuell	bei Einjährigen: Wechseltypus	Bemerkungen
Triticum								
aegilopoides . . .	W	1			+			
Einkorn	K	1			+	+		
dicoccoides . . .	W	1			+			
dicoccum	K	1			+	(+)		nicht winterfest
durum	K	1			+	(+)		bei uns S, mediterran W[1])
vulgare	K	1			+	+	+	
compactum . . .	K	1			+			Schweden
Hordeum						+		Alpen
spontaneum . . .	W	1			+	+		z. T. mit Keimverzug
distichum . . .	K				(+)	+		
zeocrithon . . .	K					+		
vulgare	K				+	+		
hexastichum . .	K					+		
Avena								
fatua	W					+		starker Keimverzug
sterilis	W					+		„ „
sativa	K				(+)	+		ohne „
Fatuoiden . . .	(K)					+		„ „
Secale								
montanum . . .	W			p				
Vavilovi	W	1						
cereale	Unkraut	1			+			
„	K	1			+	(+)		
„ Sippe in Stawropol . .	K			p				
Brassica								
balearica	W			p				
cretica	W			p				
oleracea	W	1	2					
„	K		2					
campestris . . .	W	1						
rapa Rübsen . .	K	1			+	+		
„ Rübe . . .	K		2					
napus Raps . .	K	1			+	+		
„ Kohlrübe	K		2					
Beta								
patula	W	1						
patellaris . . .	W	1	2					
maritima . . .	W	1	2	(mehrj.)				(s. auch bei *Beta* S. 270)
vulgaris	K	(1)	2	(mehrj.)				1jährig = Schosser
Linum								
angustifolium . .	W		2					
usitatissimum . .	K	1			(+)	+		winterannuell = var. *hiemale*
perenne	W(+K)			(mehrj.)				
austriacum . . .	W(+K)							

1) Vgl. Flaksberger.

rechnen wolle, müsse man mit dem Übergang zum Bau von Sommerkorn rechnen. „Die Erfindung des Sommerkorns war es, die den Ackerbau im nordalpinen Europa zuerst ermöglichte." Erst später seien dann „die frostharten Winterkornrassen aufgekommen, die noch heute bei uns vorherrschen."

Emmer und Binkelweizen, die Hauptgetreide der Pfahlbauer, werden in der Tat, soweit es sich zurückverfolgen läßt, in den Alpen als Sommerkorn gebaut; desgleichen die ebenso alte Gerste in ganz Mitteleuropa. Dagegen ist Einkorn dortselbst, wie noch zuletzt in Württemberg, wohl stets Winterkorn gewesen. Bei manchen Emmern ermöglicht eine relative Winterfestigkeit den Anbau im Herbst; in den Pyrenäen erfolgt auch heute Aussaat im Herbst. In Schweden ist Binkelweizen Winterfrucht, in Frankreich nach Vilmorin teils Sommer-, teils Winterkorn. Die Vermutung, die Heer und Körnicke ausgesprochen haben, daß alles Getreide der Pfahlbauer Sommerkorn gewesen sei, hat deshalb keine sichere Stütze; damit würde auch der Boden, auf dem die Hypothese Krauses ruht, erschüttert. Was an ihr positives bleibt, ist die Tatsache, daß nördlich der Alpen in Europa das Sommergetreide neben das Wintergetreide tritt und gebietsweise selbst stark überwiegt. Aber selbst von dem — wie unten gezeigt wird — im Gebiet des Rheintales entstandenen Spelz sind seit alters Winter- (echte!) und Sommerform nebeneinander gezogen.

In historischer Zeit, speziell im Mittelalter, sind in Mitteleuropa vorwiegend Winterweizen (*T. vulgare*) gebaut worden. Es sind dies lockere, fast durchweg unbegrannte Landweizen (Krause 1911), die sich von Osten in den alten *compactum*-Pfahlbauweizen einschoben; nach dem Gesagten also der 1. Modus der Anpassung an nördliche Klimate: Anpassung durch Winterfestigkeit. Im 16. Jahrhundert wird der Winteranbau als der übliche betrachtet, da der Anbau als Sommerkorn immer ausdrücklich erwähnt wird; daß es in der natürlichen (erblichen) Variationsbreite des gemeinen Weizens liegt, geht aus den Darstellungen hervor. So berichtet z. B. Dodonaeus (1557), daß im 16. Jahrhundert „der sonst überall als Winterkorn gebaute Kolbenweizen in den Niederlanden gelegentlich als Sommerweizen gebaut wird".

Was aus dem Mitgeteilten zu ersehen ist, ist deshalb allein die Tatsache, daß in der erblichen Variationsbreite der Getreide liefernden Gramineen viele Entwicklungstypen liegen, die durch verschiedenartige Kombination verschiedener genetisch faßbarer Merkmale zustandekommen.

Wie Getreide verhalten sich, mit Modifikationen im einzelnen, eine ganze Anzahl anderer Kulturpflanzen. Die Entstehung ihrer verschiedenen Entwicklungsformen ist analog zu denken — durch Isolierung und Kombination verschiedener Anlagen für Reaktionsnorm gegenüber klimatischen und geographischen Bedingungen. Es liegt deshalb in der Verschiedenheit der Entwicklungsform kein Hindernis für die Ableitung einer Kulturform von einer — aus anderen Ursachen für eine solche herangezogenen Wildform. In Tabelle 3, S. 35 sind die wichtigsten Kulturpflanzen mit ihren wilden Verwandten zusammengestellt; der seltener vorkommende Entwicklungstypus ist in Klammer gesetzt (vgl. auch Tabelle 25 bei Roggen).

4. Variabilität

Es ist eine nicht zu übersehende Tatsache, daß die Kulturpflanzen im Vergleich zu den nicht kultivierten Pflanzen durch eine besonders große Variabilität ausgezeichnet sind. Der Streit darum, ob sie eine Grundlage oder eine Folge der Kultur ist, geht noch immer hin und her. Es kann hier nicht der Ort sein, die auf lamarckistischen und darwinistischen Gedanken fußenden Theorien gegeneinander abzuwerten. Das ist an anderer Stelle dieses Handbuches ge-

schehen — ganz allgemein wie im Hinblick auf die Phylogenie der Pflanzen und Tiere im besonderen (vgl. ds. Handbuch, Klatt, III K).

Doch ist in dem hier interessierenden Gebiet die Frage nach den Ursachen der Mannigfaltigkeit unserer Kulturpflanzen zu erörtern. Sie ist ja, zusammen mit der der Haustiere, von Darwin zum Gegenstand seiner klassischen Untersuchungen gemacht worden (Das Variieren, 1868). Wenn hier im wesentlichen den Gedankengängen Darwins gefolgt wird, so haben doch die neuen Forschungsmethoden auf den seit jener Zeit gewonnenen naturwissenschaftlichen Erkenntnissen aufbauend, manche Erklärungen auf neuen Boden gestellt.

Darwins Lehre von der natürlichen Zuchtwahl arbeitet mit zwei Grundvoraussetzungen:

1. der einer großen Variabilität,
2. der einer Überproduktion von Wesen, zwischen denen der Existenzkampf dann zum Überleben des Passendsten (surviving of the fittest, Wallace) führt.

Die Lehre von der künstlichen Zuchtwahl, die bei der Entstehung der Kulturpflanzen die wesentliche Rolle spielt, setzt in Punkt 2 an die Stelle des Existenzkampfes die bestimmende, richtunggebende Auslese durch den Menschen. Immer aber bleibt die Tatsache einer großen Variabilität die unveränderte Voraussetzung. „Die Wirksamkeit der Zuchtwahl — der künstlichen wie der natürlichen — hängt von der Variabilität der organischen Wesen ab. Ohne Variabilität kann nichts erreicht werden" (Darwin II, S. 192).

Die letzten Dezennien haben uns die Erkenntnis gebracht, daß der Begriff der Variabilität, der zu Darwins Zeit noch ein einheitlicher, wenn auch unbestimmter, nicht scharf umgrenzter war, sich in eine Reihe von Einzelbegriffen für verschiedene Erscheinungen auflösen läßt, für die die moderne Genetik folgerichtig dann auch besondere Namen geprägt hat (vgl. Baur, Einführung, 1. Aufl., S. 184, 1911).

Für eine Umbildung der Arten, wie sie sich als Resultat zeitlicher Entwicklung bei unsern Kulturpflanzen zeigt, sind die Mutationen und die Neukombinationen als wesentlich anzusprechen. Der Begriff der Mutation ist ein auch heute noch nicht völlig in seine Teile aufgelöster Sammelbegriff (vgl. Baur, 11. Aufl.). Von diesem kommen, wie bereits kurz erwähnt, für die Variabilität der Kulturpflanzen vor allem Faktormutationen und Chromosomenmutationen, besser Aberrationen, in Frage.

Die Faktor- oder Genmutationen

können sowohl morphologische als physiologische Eigenschaften betreffen (Blütenfarbe, -form; Früh- und Spätreife usw.). Die Untersuchungen von Baur haben gezeigt, daß man bei *Antirrhinum majus* unter natürlichen Verhältnissen mit einer Genmutabilität bis zu 5 bis 7 % rechnen kann. Ob diese Zahl allerdings zu verallgemeinern ist, ist bei dem negativen Resultat Baurs bei *Antirrhinum siculum* fraglich geworden.

Nicht jede Mutation, die sich in der Natur findet, ist in die Entwicklungslinie der Kulturpflanzen aufgenommen, während umgekehrt manche Anfänge, die zweifellos in natürlichem Vorkommen einmal vorhanden gewesenen allein lebensfähigen Formen, die zur Kultur den Anreiz gaben, uns heute unbekannt sind. Für beides ein Beispiel. Die Samen der wilden Leguminosen und der um anderer Teile, etwa der Blätter usw. kultivierten Arten enthalten Bitterstoffe, welche sie für den menschlichen Genuß unbrauchbar machen. Das gilt z. B. von den wilden *Vicia*-Arten. Die wilde Erbse — der Prototyp von *Pisum sativum* mit bitteren Samen ist uns unbekannt. Und doch muß einmal das Gen für Ausbildung der natürlichen Bitterstoffe in sein Allel: Unfähigkeit zur Ausbildung

von Bitterstoffen umgeschlagen sein. Nach Analogie nehmen wir an: durch Mutation; „einmal" — vielleicht — und zufällig bemerkt und mit diesem ungeheuren positiven Selektionswert nunmehr erhalten. Es war Baurs Gedanke, daß dieselbe Mutation — unbemerkt, weil nie geprüft — auch bei der alkaloidreichen Lupine in der Natur vorkommen könne. Die Prüfung wurde durchgeführt (Sengbusch 1929); sie ergab unter ca. 1,5 Millionen Individuen drei bitterstofffreie (genauer: -arme), deren Anlage: Unfähigkeit zur Ausbildung von Bitterstoffen sich als erblich fixiert erwies. Nach Definition liegt hier also eine Genmutation vor. Die bewußte Zuchtwahl setzt sich das Ziel, die süßen Mutanten an die Stelle der bitterstoffhaltigen zu setzen — und wird alsdann diese voraussichtlich in Vergessenheit geraten lassen.

Der ungeheuren praktischen Tragweite, die dieser „Entdeckung" zukommt, entspricht die außerordentliche theoretische Bedeutung, die darin liegt, daß hier ein unzweifelhaftes Beispiel für das mutative Auftreten in äußerst geringer Häufigkeit einer für „Kulturpflanzen" charakteristischen Eigenschaft beobachtet wurde, für deren Erklärung bisher Vermutungen und Analogieschlüsse herangezogen werden mußten.

Als Beispiel für das zweite, Fehlen der frühsten Verbindungsglieder zwischen selbständig existenzfähiger Wildform und nur in Kultur lebensfähiger Kulturform wird gewöhnlich der Mais genannt. Wenn die Reihe hier auch äußerst unvollkommen ist, so weisen doch Mißbildungen an den Fruchtständen des Maises und das, was wir über mutatives Auftreten von Fasziationen wissen, auch hier auf einen Weg, der von der Wildform zur Kulturform führen kann (siehe S. 195).

Die letzten Jahre haben uns den Ursachen dieser natürlichen Mutabilität vielleicht auf die Spur gebracht. Die Erfolge, welche die Anwendung höherer Temperaturen und chemischer Reize sowie der Bestrahlung mit Röntgen- und Radiumstrahlen bei *Drosophila* (Muller 1927, Babcock and Collins 1929, Olson and Lewis 1928) in der Steigerung der Mutationsrate brachten, führten dazu, die Ursache der natürlichen Mutabilität in ähnlichen Vorgängen zu suchen, die gewissermaßen in unendlicher Verdünnung, so daß sie sich unserer direkten Kontrolle entziehen, in der Natur jederzeit vor sich gehen. Muller ist es gewesen, der diesem Gedanken Form gegeben hat, steht ihm aber selbst heute skeptisch gegenüber (1927, 1928, 1930). Die Versuche bei Pflanzen, in gleicher Weise erbliche Veränderungen zu erzielen, haben den gleichen positiven Erfolg gehabt, wenn auch die Erscheinungen teilweise anderer Natur sind (Schiemann 1912, Stein 1926, 1930, Baur 1930, Goodspeed 1929, 1930, Stubbe 1930, Olson 1929). Es haben in großem Maßstabe Goodspeed an *Nicotiana* (1930), Stubbe im Anschluß an Baur bei *Antirrhinum* (1929, 1930) mit Röntgenstrahlen gearbeitet und erhöhte Variationsrate erzielt. Dabei werden beide Arten der Mutabilität, Genmutationen und Aberrationen ausgelöst. Hierher gehört auch ein Teil der von E. Stein erzielten Radiomutationen (erbliche Induktion). Baur ist geneigt (Einführung 9. bis 11. Aufl., 1930), alle diese Erscheinungen, im Gegensatz zu denen bei *Drosophila* als „plasmogene" Mutationen zu deuten. Ehe noch die Analyse der Folgegenerationen publiziert ist, läßt sich zu diesen Deutungen schwer Stellung nehmen. In Anwendung auf Kulturpflanzen hat zuerst Stadler (1928) Gerste bearbeitet, später (1929) auch Mais, Hafer und Weizen, Sapehin (1930) Weizen; von Goodspeed liegt für Weizen nur eine vorläufige Mitteilung vor (1930).

Aberrationen

Die bereits genannten Aberrationen bilden die 2. Gruppe der phylogenetisch bedeutsamen Mutationen. Sie beruhen auf einer Veränderung des Chromosomenbestandes, die in einer Vervielfältigung der Grundzahl, einer

Vermehrung um ein bis mehrere Elemente, in einer Verschiebung von Fragmenten, Abtrennung von Stücken usw. und Kombinationen solcher Veränderungen bestehen kann.

a) Polyploidie. Daß die Vervielfältigung des Chromosomensatzes in der Entwicklung der Pflanzenwelt eine sehr bedeutende Rolle gespielt hat, folgt aus dem Bestehen polyploider Reihen innerhalb der Gattungen und Familien. Es ist nun Tatsache, daß sehr vielfach die Kulturpflanzen ihren wilden Verwandten gegenüber durch eine höhere Chromosomenzahl ausgezeichnet sind, die auf Verdoppelung oder Vervielfältigung zurückgeht. Daneben steht die experimentelle Beobachtung, daß die Verdoppelung der Chromosomenzahl mit einer Vergrößerung der Ausmaße aller Teile der Pflanze Hand in Hand geht, was man als *gigas*-Bildung bezeichnet hat. Wenn auch beide Erscheinungen nicht immer parallel gehen, so doch so häufig, daß der Rückschluß auf eine kausale Beziehung von vielen Forschern gezogen ist. Aus den Tabellen im speziellen Teil sind hierfür Beispiele genug abzulesen.

Als Schulbeispiel für diese Erscheinung bei Kulturpflanzen wird die Gattung *Triticum* herangezogen. Die diploide Einkornreihe zeigt in der Tat die zartesten Pflanzen mit geringer Variabilität. Die in der tetraploiden Reihe zunehmende Wüchsigkeit, Ertragsfähigkeit, Variabilität wird nach Ansicht vieler Forscher (Vavilov, Flaksberger, Watkins u. a.) in der hexaploiden *vulgare*-Gruppe schließlich zu einem Maximum gesteigert; ja, die Variabilität und Anpassungsfähigkeit, welche die Grundlage für die weltwirtschaftliche Bedeutung der *vulgare*-Weizen geworden sind, werden geradezu als durch ihre Hexaploidie bedingt angeführt. Es fragt sich indessen, ob mit Recht. Gewiß ist die Variabilität der *vulgare*-Weizen eine außerordentlich große; es fragt sich aber, ob die der *durum*- und der sich ihm anschließenden verwandten tetraploiden Nacktweizen (*turgidum*, *polonicum*, *persicum*, *orientale*), ja, selbst ob ihre Anpassungsfähigkeit graduell wirklich hinter der der *vulgare*-Weizen zurücksteht. Der *vulgare*-Weizen hat es nicht vermocht, sich den subtropischen Klimaten wirklich vollwertig anzupassen — hier herrschen noch heute die Hartweizen. Ist es nicht vielmehr so, daß sich diese beiden Weizengruppen in das Areal je nach der Richtung, nicht nach dem Maße ihrer Anpassungsfähigkeit geteilt haben? *Triticum Spelta* andererseits, wenn man es nicht in die Variationsbreite der *vulgare*-Weizen mit einbezieht, hat ebenso wie *Tr. compactum* trotz seiner Hexaploidie eine sehr geringe Variationsbreite (genaueres siehe bei Weizen).

In *Fragaria* scheint Großfrüchtigkeit und robuster Habitus in hohem Maße von der Chromosomenzahl abhängig zu sein. Beim Obst lassen sich ebensoviel Beispiele für als gegen die Theorie finden. Man wird sie also nur mit Einschränkung, nicht als allgemeines Gesetz gelten lassen können.

b) Tetraploide *gigas*. Eine wichtige Rolle hat die Erhöhung des Chromosomensatzes sicherlich bei der Kultivierung der Gartenpflanzen gespielt; „*gigas*"-Formen mit dem doppelten Chromosomensatz sind bekannt von Hyazinthen, *Primula sinensis*, *Tulipa*, *Cyclamen* u. a. Aber gerade hier muß daran erinnert werden, daß die gleiche phänotypische Erscheinung auch durch Genmutation oder Kombination: Häufung von Wuchsfaktoren hervorgebracht werden kann (de Haan 1927, *Pisum*; Kempton 1924, *Jala maize*).

Das Beispiel von *Primula Kewensis* zeigt, daß die Verdoppelung sich auch ganz anders — z. B. in Fertilität gegenüber dem sterilen Diploidstamm äußern kann. In anderen Fällen hat sie umgekehrt herabmindernd auf die Fertilität gewirkt, wofür Darlington Beispiele zusammengestellt hat (1929, Nature 124, 62). Als Beispiel bei Kulturpflanzen sind hier sterile tetraploide (F_1 verdoppelt) F_2-Pflanzen von Rettig × Rosenkohl nach Karpetschenko (1929) zu nennen.

c) Addition und Reduplikation. Der Fall von *Primula Kewensis*, die zunächst als steriler Bastard aus der Kreuzung *floribunda* × *verticillata* hervorging und nachträglich durch Sproßmutation einen fertilen tetraploiden Zweig trieb, führt zu dem *Pygaera*-Typus nach Federley. Durch einfache Addition der beiden elterlichen Chromosomensätze (m + n) und nachfolgende Verdoppelung auf 2 (m + n) entsteht besonders häufig bei Kreuzung fernstehender Arten ein neuer Intermediär — oder besser Kombinationstypus, der, mit allen Merkmalen einer guten Art ausgestattet, einen bedeutenden Schritt in einer Entwicklungsreihe bilden kann. Bei Kulturpflanzen erzielte zuerst Karpetschenko den bekannt gewordenen *Brassica-Raphanus*-Bastard. Nachdem sich gleichartige Beobachtungen an den verschiedensten Pflanzen wiederholt haben (Tschermaks *Aegilotricum*), kann man mit Sicherheit annehmen, daß dieser Modus der Erhöhung der Chromosomenzahl in der Folge von Art- und Gattungskreuzung in der Natur spontan auch eine wichtige Rolle gespielt und bei der Ausbildung der hohen Chromosomenzahlen mancher Kulturpflanzen mitgewirkt hat (Beispiele bei Darlington 1929, 1930; Karpetschenko 1927, 1929; Rybin 1929).

d) Autosyndese. Ein anderer Weg, durch abnorme Chromosomenbindung bei heterogenem Elternmaterial zu konstanten Artbastarden zu kommen, ist in der Autosyndese gefunden. Dieser zuerst von Ljungdahl bei *Papaver* festgestellte Modus ist nach Darlington (1930) unter anderem bei den hexaploiden Pflaumen wichtig geworden (siehe S. 310).

Auch partielle Autosyndese kann bedeutungsvoll werden. Dies zeigt Webber an konstanten Formen aus der F_6 eines sesquidiploiden Tabakbastardes; die Entstehung ist folgendermaßen formuliert:

tabacum	×	*sylvestris*	= sesquidiploid F_1
unreduziert		reduziert	
24 tt		12 s	

$F_2 = 24\,tt + 2\,ss + 3\,s$ < a) $F_3 \rightarrow F_4 \rightarrow F_5 \rightarrow F_6 = 24\,II$ F_2 carmine
b) $F_3 \rightarrow F_4 \rightarrow F_5 \rightarrow F_6 = 25\,II$ F_3 pink

Reihe a) konstant ab F_2, carmine
Reihe b) konstant ab F_3, pink.

e) Diploide Gameten. Ein weiterer Modus zur Erhöhung der Chromosomenzahl ist die gerade bei Artkreuzungen häufige Bildung diploider Gameten; indem diese zu normaler Befruchtung kommen, bauen sie mit dem haploiden, oder selbst diploiden Partner neue tri- bzw. tetraploide Bastarde auf (siehe bei *Prunus Cerasus*, S. 306 u. Tabak S. 250).

f) Polysomie. Neben der Vervielfältigung des ganzen Chromosomensatzes, Polyploidie, spielt auch die Verdoppelung einzelner Chromosomen, Polysomie, eine Rolle in der Formbildung.

Blakeslees *Datura*-Versuche zeigen, daß Polysomie ein Aberrationsmodus ist, der „mutationsbildend" wirkt. Beispiele dafür unter den landwirtschaftlichen Kulturpflanzen sind mir nicht bekannt; doch kommen sie bei Gartenpflanzen vor; *Viola* nach Claussen; auch die *lata*-Gruppe bei *Oenothera* ist hier zu nennen — wahrscheinlich dürften eine ganze Reihe Gartenmutanten hierunter fallen. (Die cytologische Seite dieser Frage siehe bei Renner, ds. Handbuch II A, S. 99ff.)

g) Asyndese. Völliges Unterbleiben der Konjugation (Asyndese) ist der Grenzfall in der Störung der Reduktionsteilungsvorgänge, die sich zwischen heterogenen Chromosomensätzen abspielen. Dazwischen stehen die Fälle bei denen die Konjugation so unregelmäßig ist, daß nur selten lebensfähige Gameten

mit oft verändertem Faktorengehalt entstehen. Kommen sie wirksam zur Befruchtung, so stehen diese Kombinationen so isoliert da, daß sie stark von den Eltern abweichende Typen darstellen können: ihr Erscheinen ist „mutativ".

Kombinationen

Neben den Mutationen und Aberrationen spielen, wie überhaupt im Artbildungsprozeß so auch bei den Kulturpflanzen die Kombinationen, Artbildung durch Bastardierung (Lotsy) eine bedeutende Rolle. Bekanntlich wird nach jeder Kreuzung bei ungestört verlaufender Entwicklung durch Neukombination in F_2 bei nFaktoren das „Sortiment" um 2^n—2 Homozygoten vermehrt. Hierzu treten bei der bei Kulturpflanzen häufigen vegetativen Vermehrung noch die Heterozygoten. Daß auch unter den Kombinanten wie unter den Aberranten äußerst stark von den Eltern abweichende Typen auftreten können, ist bekannt (Squarehead, *durocompactum*, Spelta ?) und hier mag die Ursache liegen, weshalb manche Kulturpflanzen keinen sich ähnlichen Wildtypus aufzuweisen vermögen. Von großer Wichtigkeit ist deshalb die Frage des Offenblühens auch bei den als autogam bekannten Pflanzen. Die Neigung zum Offenblühen ist z. B. bei vierzeiligen Gersten größer als bei zweizeiligen, bei lockeren größer als bei dichten. Sie ist im Orient größer als im Okzident (ausdrücklich darauf gerichtete Beobachtungen von Pinner in Palästina an Weizen — nach mündlicher Mitteilung). Nilsson-Ehle hat Sippenunterschiede in der Neigung zum Offenblühen bei nahestehenden Weizensippen konstatiert (1915).

Hier kann nun im besonderen die Frage aufgeworfen werden, ob die Kulturpflanzen eine größere Variabilität besitzen als die Wildpflanzen. Faßt man den Begriff Variabilität als „Fähigkeit" zu variieren auf, so möchten wir diese Frage verneinen. Faßt man ihn aber als das Resultat des Variierens, so muß sie bejaht werden. Denn sicherlich sind unter den Bedingungen der Kultur einerseits die Kreuzungsmöglichkeiten, andererseits die Reizwirkungen sowohl gehäufter, als mannigfaltiger, als stärker. Und zweitens muß in dem Kulturobjekt eine größere Bereitschaft zur Reaktion vorausgesetzt werden, da unter dem Schutz des Menschen Individuen erblicher Konstitution erhalten bleiben, die eine natürliche Auslese ausgemerzt haben würde. Jede dadurch erhalten gebliebene erblich fixierte Form verdoppelt aber bei Fremdbefruchtung die Zahl der möglichen homozygoten Neukombinationen.

Neotopismus

Den Einfluß, den plötzliche Überführung in neue Umweltbedingungen, wie sie bei der Verbreitung der Kulturgewächse durch den Menschen — besonders aus neu erschlossenen Ländern — betrieben wird, hat Cook an Baumwolle (1907), Collins an Mais (1918) untersucht. Von solch einer starken Umweltveränderung geht eine Stimulation, ein shock aus, der einerseits wachstumsfördernd wirken kann, andererseits Eigenschaften hervortreten läßt, die am ursprünglichen Standorte nicht zur Entfaltung kommen konnten. Dies wird besonders nach Kreuzungen der Fall sein, indem eine andersgerichtete Selektion an dem gleichen Erbmaterial angreifend, andere Typen bewußt oder unbewußt festhält. Nach Cook, der die Erscheinung als Neotopismus bezeichnet, ist als drittes noch eine erhöhte Mutabilität als Folge der Reizwirkung zu beobachten.

Nach Collins Versuchen mit Mais, reinen Linien wie F_1-Bastarden, ist die Anpassung durch Selektion dabei der stärkst wirkende Faktor (siehe unten). Damit, daß durch bewußte und beabsichtigte Erhaltung bestimmter Formen eine neue Basis gegeben ist, an der etwa der gleiche Reiz wieder angreifen kann, wird auch der ursprünglich richtungslosen Variabilität eine scheinbare Richtung auf-

geprägt. Das zeigt sich besonders schön in den Reihen multipler Allele, die durch Mutation eines Grundfaktors entstehen (albino-Serie bei Kaninchen; pal-Serie bei *Antirrhinum*).

Sehr instruktiv für die Frage richtungslos oder gerichtet ist dabei die Tatsache, daß die Allelenserie sich phylogenetisch erfahrungsgemäß häufig nicht in gerader absteigender oder ansteigender Reihe aufbaut, sondern beispielsweise in der pal-Serie bei *Antirrhinum* die Stufe i_2 vor pal_3, gestreift vor fleischfarben, und die Stufen pal_4, blaßrot und pal_2[1]) blaß fleischfarben unabhängig von den Zwischenstufen, direkt aus der Normalform hervorgingen. Die „Richtung" absteigende Farbintensität ist also nur ein Endeffekt, nicht während des Prozesses zu ersehen. (Ebenso CHODAT bei Pilzen.) Oder allgemein ausgedrückt: das Gerichtetsein ist das Ergebnis, es gehört aber nicht zum Wesen des Mutationsvorganges.

Es bleibt also als Resultat der vorstehenden Betrachtungen die Tatsache, daß die Kulturpflanzen sich durch eine gesteigerte Variabilität gegenüber den Wildpflanzen auszeichnen, daß diese Steigerung aber nicht auf einer veränderten biologischen Grundlage, sondern auf der Natur gegenüber veränderten Umweltbedingungen beruht, welche der Selektion andere Mittel und damit eine veränderte Basis schaffen.

Wie verschiedenartig das Resultat dieser Variabilität sein kann, zeigt der Weizen mit seiner ungeheuer großen, fast kontinuierlichen Variationsreihe auf der einen Seite, der Kohl mit seinen großen sprunghaften Unterschieden auf der andern.

Parallelvariation

Unter den Gesetzmäßigkeiten, welche die Variabilität sowohl bei den Kulturpflanzen, als auch bei Wildformen zeigt, fällt die Erscheinung, die DARWIN als Parallelvariation bezeichnet, besonders auf. Sie besteht darin, daß in verschiedenen Arten einer Gattung ebenso wie zwischen systematischen Einheiten höherer Ordnung die Variabilität gleichartige Wege einschlägt.

> DARWIN definiert (S. 374): Analoge oder parallele Abänderung: Mit diesem Ausdruck meine ich, daß ähnliche Charaktere gelegentlich in den verschiedenen Varietäten oder Rassen auftreten, welche von derselben Spezies abstammen, und seltener auch in den Nachkommen weit voneinander verschiedener Spezies.

DARWIN bringt dafür eine ganze Reihe von Beispielen (Parallel-Mutanten der Bäume, in Brassica, bei Pfirsich und Nektarine, bei Cucurbitaceen, erwähnt auch kurz die Getreide. Ebenso bei Tieren). Diese Parallelvariation ist als eine Folge ähnlicher Konstitution anzusehen (I. S. 402) und so verbreitet, daß DARWIN von einem Gesetz der parallelen Reihen spricht. Er ordnet dies Gesetz einem allgemeineren von WALSH (1863) ausgesprochenen „Gesetz der gleichartigen Variabilität" unter, wonach bestimmte Charaktere die in einer Art variieren — bzw. konstant bleiben, sich in einer andern verwandten Spezies gleichartig verhalten.

Dieser Gedanke der Variabilitätslehre DARWINS, der bei DARWIN breit ausgeführt und präzise formuliert ist, ist von VAVILOV aufgenommen und als das Gesetz der homologen Reihen (law of homologous series) bezeichnet worden. Er ist (1922) in den folgenden Untersuchungen seiner Schule als Arbeitshypothese benutzt und seine Gültigkeit so allgemein gefunden worden, daß in der Tat von einem „Gesetz der homologen Reihen" gesprochen werden kann.

---

1) Heutige Bezeichnung: $i_2 = pal_{rec}$; $pal_2 = pal_{rhod}$; $pal_3 = pal_{car}$; $pal_4 = pal_{sub}$.

Nach dem, was oben über die unveränderte biologische Grundlage der Variabilität bei Kulturpflanzen gesagt ist, ist es selbstverständlich, daß Parallelvariation — an diesem Ausdruck Darwins möchten wir aus Prioritätsgründen festhalten — sich genau so sehr an denjenigen Merkmalen zeigt, die der Selektion durch den Menschen unterliegen, als an denjenigen, die von ihm, weil nicht „nützlich", unbeachtet bleiben. Die letzteren werden deshalb bei dem Suchen nach den stammverwandten Wildpflanzen (hier wiederum schon von Candolle beachtet), von besonderm Wert und Interesse sein. Auf diesem Wege sind vor allem, wie später gezeigt werden soll, beim Getreide wertvolle Tatsachen zur Klärung phylogenetischer Zusammenhänge gefunden worden (vgl. S. 68).

In Tab. 4 sind parallel variierende Merkmale von vier *Vicieen* aus verschiedenen Gattungen aus den von Vavilov (1922) mitgeteilten Beispielen zusammengestellt; hierzu bunte Tafel bei Vavilov (1922)

Tabelle 4. Parallelvariation bei den *Vicieen Pisum sativum, Lathyrus sativus, Ervum Lens* und *Vicia sativa.*

Blüte	weiß, rot (rosa), violett
Cotyledonenfarbe	gelbgrün, orangerot
Samen	schwarz, braun, grün, gelb, weiß
	einfarbig, gefleckt
	klein, groß
	flach, eckig, rund
Blatt	breit, schmal
	mit und ohne Wachs
Sämlinge	grün, gefärbt
Habitus	hoch, zwergig
Entwicklung	früh, spät.

Aus Vavilov (1922) The law of homologous series in variation.

Die Parallelvariation ist als eine Konvergenzerscheinung zu bezeichnen. Das Auftreten paralleler Variationen in weit voneinander stehenden Ordnungen weist darauf hin, daß solche Strukturabweichungen das Resultat irgendwelcher sehr allgemeiner physiologischer Gesetze sein müssen, die wir heute ebensowenig kennen wie zu Darwins Zeit (vgl. Bateson, Problems of Genetics und Seyboldt 1927, Formgestaltung der Blätter sowie das Kapitel Geogr. Verbreitung, S. 60).

Was für morphologische Merkmale gilt, gilt ebenso für physiologische, gilt für die chemisch-physiologische Konstitution im besonderen. So liegt in dieser Parallelvariation auf chemisch-physiologischem Gebiet eine Schwierigkeit für die serologische Methode bei der Bearbeitung phylogenetischer Fragen, worauf bereits dort hingewiesen wurde (S. 15).

Als ein Beispiel für Parallelvariation bei Kulturpflanzen geringerer Verwandtschaft ist das Auftreten der sog. *inflatum*-Formen bei Getreide zu nennen. Die Gruppe der Kapuzengersten mit kapuzenartiger Verbildung der Granne ist eine in Nepal endemische, die dort sowohl in zweizeiliger als in sechszeiliger Gerste vorkommt. — Vavilov beschreibt nun 1923 die analoge Umbildung als häufige Form von *vulgare*-Weizen in Persien, Buchara, China und der Mongolei, von Flaksberger bereits 1915 als „*inflatum*" bezeichnet. Miège fand sie in stark spaltenden *vulgare*-Nachkommenschaften in Algier (1927) (Abb. 3 S. 44).

Weitere Beispiele: Habitus, bes. Brachismus bei Mais und Hirse (Kuleshow 1929 s. Abb. 62); Stärkesamen und Zuckersamen bei *Andropogon, Zea, Oryza.* aber auch bei *Pisum*!

Aufhebung der Konkurrenz

Der zweite nach Darwin für die Mannigfaltigkeit der Kulturformen maßgebende Faktor neben der Variabilität ist die Aufhebung der Konkurrenz. Die Domestikation erhöht, wie wir sahen, die Plastizität, die im natürlichen Organismus vorhanden ist, indem sie solche Typen in der Entwicklung festhält, die andernfalls schnell ausgemerzt würden. Auf diese Weise erklärt Darwin die Tatsache der Akklimatisation: „Im Naturzustande ist jede Pflanze auf die eigentümliche Stelle und Nahrungsart beschränkt, welche sie den anderen Pflanzen, die sie umgeben, abringen kann." Vom Menschen an andere Stelle, in anderes Klima und auf anderen Boden gebracht, geht zwar manches zugrunde. Viele Individuen aber vermögen ohne Schädigung ihrer Fruchtbarkeit, wenn sie in andere Kulturbedingungen gebracht werden, hochgradig modifiziert zu werden (Turesson 1922

Abb. 3. Parallelvariation, *inflatum*-Typus, 1—3 bei Weizen, 4—5 bei Gerste. Nach Vavilov 1923, S. 161.

usw.). So können z. B. die chemischen Bestandteile sich stark ändern, der Fasergehalt im Lein, der Ölgehalt seiner Samen, das Verhältnis von Stärke und Eiweiß im Weizen u. a. m.

Während die Mehrzahl der Individuen dabei genotypisch unverändert bleibt, arbeiten Mutation und Kombination weiter erbändernd. Jede erbliche Variation nun, die aus irgendeinem Grunde eine dieser auf die veränderten Außenbedingungen zweckmäßig reagierenden Formen in der Konkurrenz in Vorteil versetzt, kann somit der Ausgangspunkt für eine „Lokalrasse" durch Akklimatisation werden (Nilsson-Ehle 1911). Negative Auslese der nicht-akklimatisierten Typen führt zur Isolierung der neuen Form — die daher in der Ebene eine andere sein wird als im Gebirge, an der See anders als im kontinentalen Klima. So erklärt sich durch diese „physiologische Anpassung" die Tatsache der Divergenz, die sich ganz allgemein bei Kulturpflanzen beobachten läßt. Beispiele hierfür sind für einen großen Formenkreis die Anpassung der *durum*-Weizen an heiße

trockene Sommer (Verkürzung der Vegetationszeit), der *vulgare*-Weizen an eine längere Vegetationszeit; für engere Formenkreise die Ausbildung früh- und spätreifer (Nilsson-Ehle 1924, Schindler-Festschrift), ein- und zweijähriger Sippen innerhalb einer Art.

Wenn bei der Akklimatisation der Kulturpflanzen die natürliche Auslese der wirksame Faktor ist, während der Mensch nur durch Verpflanzung in veränderte Verhältnisse eingreift, spielt in anderen Fällen die künstliche Zuchtwahl unbedingt die größere Rolle. In der Form der unbewußten Zuchtwahl ist sie von den ältesten Zeiten an an der Arbeit gewesen, wenn die rechtzeitig reifenden und ertragreichsten Individuen bei der Weiterzucht deshalb bevorzugt wurden, weil sie in größerem Prozentsatz bei der Ernte gesammelt wurden. Als methodische Zuchtwahl ist sie bewußt vorgenommen worden, wenn die Veredelung auf Größe, Wohlgeschmack, Nährstoffgehalt zielte. Damit ist ohne weiteres erklärt, warum die Samen von Weizen, Gerste, Erbsen aus den Pfahlbauten bedeutend kleiner sind, als die der heute kultivierten Getreide. Darwin zeigt, daß außer dem Nutzen dabei oft auch andere Triebfedern die Zuchtrichtung bestimmen — wie Mode, Sport usw. Dies wird sich besonders bei gärtnerischen Kulturpflanzen zeigen (Hyazinthe, Tulpe).

Häufig greifen natürliche und künstliche Auslese am selben Objekt an.

Die Kombination Spätreife und Höchstertrag, den die westeuropäischen Squareheads zeigen, die wohl als die höchstgezüchteten Weizen anzusehen sind, ist nach Nilsson-Ehle dadurch zustande gekommen (1924, Schinder-Festschr.), daß in dem milden, insularen Klima „fast alle Weizensorten angebaut werden können, frühreife und spätreife, Sommer- und Winterweizen, winterfeste und nicht winterfeste"; damit ist aber eine breitere Basis für natürliche Variabilität durch Mutation und Kombination (von Erbeinheiten) gegeben als in „ärmeren" Gegenden. Die Züchtung bevorzugte dann — gleichzeitig mit der bewußten Auslese auf Ertrag unbewußt die spätreifen Typen. „Die günstigsten Gegenden sind damit die besten Werkstätten der Natur, wo mit dem reichsten Material gearbeitet werden konnte."

In der Ausnutzung der Divergenz spielt das Prinzip der Kompensation eine wichtige Rolle (vgl. de Candolle, Darwin II, 369). Pflanzen, die große Blattmasse geben sollen, sind durch physiologische Korrelation (siehe die Kapitel über Korrelation in Fruwirth, Handbuch d. ldw. Pflanzenzüchtung) in der Blütenregion gehemmt, umgekehrt tritt bei den Samenlieferanten (Getreide) der vegetative Teil stark zurück. Ebenso verliert bei stark vegetativ vermehrten Organismen die Samenbildung an Selektionswert. Zuchtrichtung auf ein bestimmtes Ziel hin wird daher Organe, die nicht berücksichtigt werden, in ihrer ursprünglichen Form erhalten. Es ist z. B. höchst auffallend, wie außerordentlich gleichartig (unverändert gegenüber dem Familientypus) die Blüten- und Fruchtregion unserer kultivierten *Brassica*-Arten geblieben ist, die um Blätter, Stengel, Wurzelknollen willen gezüchtet sind (selbst einschließlich Blumenkohl!).

Auf der andern Seite geben so verschiedene Abkömmlinge aus einem Stamm, wie Rosenkohl — Palmkohl — Rotkohl — Blumenkohl eine höchst verschiedene Basis für neue Variationsprozesse ab; sie können nun gar nicht mehr gleichartig verlaufen.

Aus dem Gesagten erklärt sich auch die bereits erwähnte Beobachtung, die Oswald Heer an den Pflanzen der Pfahlbauten machte. Hier sind zwar die Kulturpflanzen (Weizen, Gerste, Erbsen) von den unsern der gleichen Art weitgehend, und zwar nicht nur bezüglich der Größe, verschieden; die Unkräuter dagegen (*Silene cretica, Agrostemma, Arenaria* u. a.) und die Wildpflanzen (Seerose, Hasel, Buche, Schlehe) sind durch die Jahrtausende unverändert geblieben.

Die gleiche Beobachtung hat Unger an altägyptischen Wildpflanzen gemacht. Die Erhaltung durch den Menschen hat bei den einen eben immer wieder neue Formen zum Ausgangspunkt weiterer Entwicklungsmöglichkeiten gemacht. Bei den andern hat die sich gleichbleibende Natur stets in gleicher Weise Neuauftretendes, wenn es ungeeignet im natürlichen Lebenskampf war, wieder beseitigt.

Tempo des Variabilitätsprozesses

Der Prozeß der Veränderung der Kulturformen ist, soweit wir den historischen Dokumenten — im weitesten Sinne — folgen können, ein langsamer gewesen: die Natur mit ihrer Auslese arbeitet langsam — und langsam arbeiteten bis gegen Ende des vorigen Jahrhunderts die Methoden der künstlichen Auslese.

Im letzten Viertel des Jahrhunderts setzt mit Vilmorins Prinzip der Individualauslese mit Beurteilung nach der Nachkommenschaft, die in Johannsens

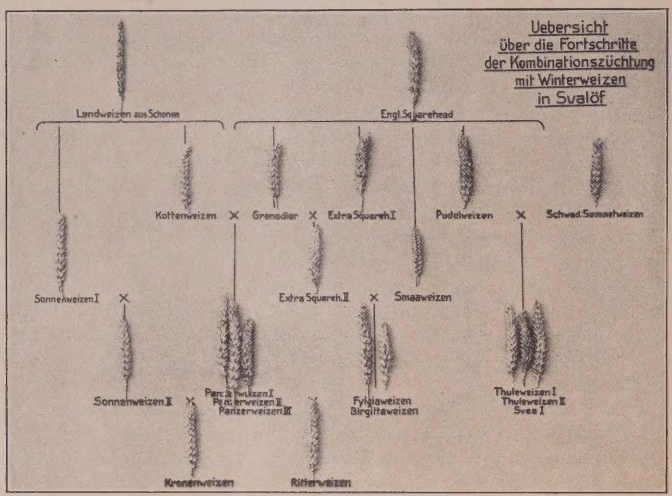


Abb. 4. Der Svalöfer Stammbaum in Ähren dargestellt (Original).

Lehre von den Populationen und reinen Linien ihre wissenschaftliche Begründung fand, eine intensive „Schaffung" neuer Kulturtypen ein, welche seit 1900 auch die Bastardierung in erhöhtem Maße ausnutzt. So kann es nicht wundernehmen, daß in den letzten Jahrzehnten die Mannigfaltigkeit der Formen innerhalb mancher Kulturpflanzen fast ins Ungeheure gewachsen ist. Die biologischen Vorgänge sind dieselben geblieben, aber ihr Tempo ist beschleunigt. Ein Beispiel: Die von Nilsson-Ehle in Svalöf seit 1901 (neben andern) verwendete Zuchtmethode, welche von Baur späterhin unter der Bezeichnung: „Ramschmethode" propagiert ist, arbeitet mit Ausnutzung der natürlichen Auslese in folgender Weise: Sie beruht auf der Tatsache, daß bei selbstbefruchtenden Pflanzen nach einer Kreuzung in den folgenden Generationen die Zahl der Heterozygoten im Verhältnis zu den Homozygoten rasch abnimmt; sie beträgt in F_7 nur noch 1,56 % (auf 1 Faktor bezogen), in F_8 nur noch 0,78 % der Population. Überläßt man also der Zeit die Ausmerzung der Heterozygoten und gleichzeitig Boden und Klima und Krankheiten die natürliche Selektion, so kommt man auf sicherste und schnellste (und

mühelosesten) Weise unter höchster Ausnutzung der Variabilität zu neuen, gut akklimatisierten — d. h. physiologisch differenzierten Rassen. Hier wird in zusammengedrängter Form ein Experiment durchgeführt, woran die Natur und der Mensch, solange er mehr oder weniger unbewußte Zuchtwahl trieb, lange Jahrhunderte, ja, Jahrtausende gearbeitet hat.

Gleichzeitig zeigt diese Methode besonders schön die Zusammenarbeit der natürlichen und künstlichen Auslese, und die Rolle, die auch in der bewußten Züchtung der natürlichen Auslese für die Formbildung zukommt (SCHIEMANN 1927). Als immer klassisches Beispiel für die Wirkung dieses Zusammenspiels von künstlicher und natürlicher Zuchtwahl geben wir eine Illustration des 1915 publizierten Svalöfer Stammbaums (NILSSON-EHLE 1915) nach Ährenmaterial der dabei verwendeten Stämme (Abb. 4 etwas fortgesetzt).

Ein anderes Beispiel hierfür bieten die Primeln. Die erbliche Fixierung von selbstfertilen Kurzgriffelrassen unserer heterostylen Gewächshausprimeln, ohne daß auf diese Eigenschaft gezüchtet wird, wird durch einen Prozeß natürlicher Auslese erreicht. Indem bei dem geringen, oft fast fehlenden Insektenbesuch in unsern Gewächshäusern eine spontane Bestäubung nur zustande kommen kann bei Kurzgriffeln und eine Samenbildung nur bei Individuen, die — aus irgendeinem Grunde — selbstfertil sind, müssen diese seltenen durch Spontanansatz gewonnenen Früchte auffallen und zur Weiterzucht anreizen. Es wird sich also Selbstfertilität und Kurzgriffligkeit von selbst bei den Kulturprimeln einstellen, während das Zuchtziel beispielsweise auf gefranste Blüte oder dunkles Pigment gerichtet war. Zweifellos haben sich solche Prozesse bei der Formbildung der Kulturpflanzen vielfach abgespielt.

5. Verschiedenartige Inkulturnahme

Über die Art und Weise, wie die wilden Pflanzen in die Kultur aufgenommen wurden, hat 1916 ENGELBRECHT einige theoretische Gedanken geäußert. Der Inhalt des ENGELBRECHTschen Aufsatzes ist kurz folgender.

Die Aufnahme von Wildpflanzen in Kultur erfolgt teils bewußt: durch Auswahl nahrhafter Knollen und Früchte, teils unbewußt: durch Ansiedelung von Pflanzen an den menschlichen Wohnstätten. Die Natur dieser Pflanzen ist in doppelter Weise bestimmt; „sie sind einerseits vom Menschen wegen ihrer Produkte aufgesucht und gesammelt", also nützlich, und streuen sich an seinem Wohnsitz nunmehr selbst aus; es sind andererseits solche, die von der Anreicherung des Bodens durch Abfälle und Unrat zu profitieren vermögen, mit anderen Worten „Ruderalpflanzen"; als solche sind sie „dem Menschen entgegengekommen, haben sich gewissermaßen an die Wohnung des Menschen herangedrängt."

Deshalb sind nach ENGELBRECHT die ältesten Nutzpflanzen Ruderalpflanzen; so *Cannabis*, *Ricinus*, sie verlangen reichen Boden, so Weizen, *Setaria italica*, *Saccharum*, *Sorghum*, *Zea*, *Nicotiana* — so Lein, Mohn, Kohl und Raps; — oder Salzpflanzen wie *Brassica* und *Beta*. Diese Pflanzen wurden zunächst einmal nach verschiedensten Seiten hin ausgenutzt (Öl, Faser usw.).

Als 2. Gruppe folgen ihnen die Ackerunkräuter; oft mit ihnen unter ähnlichen Wachstumsbedingungen vorkommend, sind sie von ihnen physiologisch unterschieden durch Frühreife, Genügsamkeit, Widerstandsfähigkeit gegen Klima und Witterung. Nach nördlicheren Gegenden oder in höhere Lagen des Gebirges wandernd, bekommt der Unkrauttypus die Vorhand. Die Konkurrenz zwischen zwei in diesem Verhältnis stehenden Kulturpflanzen, von denen also der „Unkrauttypus" die jüngere ist, wird wirksam an den Grenzen der natürlich bedingten Landbauzonen. Der Verf. bringt alsdann eine ganze Liste solcher Konkurrenten, die wir in Form einer Tabelle (Tab. 5) wiedergeben.

Tabelle 5. Vikariierende Kulturpflanzen nach ENGELBRECHT (1916).

Ältere Kulturpflanzen, hohe Ansprüche an den Boden stellend	Jüngere, ursprünglich Unkräuter; genügsam, hart
1. Reis erfordert reiche Regenmenge	*Eleusine coracana* GAERTN. (aus *El. indica*) wird ihrerseits verdrängt durch: *Panicum miliare* LAMCK. Dieses durch *Paspalum scorbiculatum* L.
2. *Sorghum vulgare* PERS. (aus afrik. wilde); in Indien bei mittlerer Regenmenge	*Pennisetum typhoideum* RICH.
3. Emmer in Babyl. u. Äg. anspruchsvoll	Gerste (genügsam) [!!!][1])
4. *Setaria italica* (aus *Set. viridis* Ruderalpflanze) Von Biscaya bis Kaspisee, nördlich bis zur Poebene	*Panicum miliaceum* Donautal; Gebiet der Sommerregen; erträgt kühleren Sommer, geht daher nördlicher
5. Getreidehandel	Bringt Roggen mit
6. In *Vicia faba* spätreifend	Hafer mit langer Vegetationszeit
beide in ausgeglichenem ozeanischem Klima	
7. Weizen im Pundjab ohne Fruchtwechsel gebaut, weil dazwischen:	a) *Melilotus indica* b) „ *alba* c) *Medicago denticulata* } als N-Sammler a wird selbstd. Kultur als Futterpflanze
ebenso viele andere Futterpflanzen	
8. In Weizen	*Cicer arietinum* *Lens esculenta*
9. *Fagopyrum esculentum*	*Fagopyrum tataricum* überall als Unkraut zwischen *esculentum*, wird im Himalaya von 4000 m ab angebaut

„Die Kenntnis dieser Zusammenhänge — der Biologie der Unkräuter", so schließt der Verf., „ist zur Zeit noch zu dürftig. So fehlt bis jetzt die breite gesicherte Unterlage der Entstehung von feldmäßig angebauten Kulturpflanzen aus Ackerunkräutern im einzelnen zu folgen".

Als erstes durchgeführtes Beispiel brachte dann der Verf. 1917 die Entstehung des Roggens aus dem Unkrautroggen[2]).

Der Aufsatz, der 1916 in der geographischen Zeitschrift erschien, fand in der botanischen Literatur kaum Beachtung. Offenbar ist er auch VAVILOV erst später bekannt geworden, der seine Theorie der Entstehung von Kulturpflanzen aus Unkräutern unabhängig und selbständig aufbaut (siehe ORIGIN, Kap. 3[3])).

VAVILOV teilt die Pflanzen nach der Art ihrer Inkulturnahme gleichfalls in zwei Hauptgruppen ein: primäre und sekundäre Kulturpflanzen, die er folgendermaßen definiert (S. 217):

„Zu den primären gehören alle alten Kulturpflanzen (ancient crops), die nur als kultivierte Pflanzen bekannt sind: Weizen, Gerste, Reis, Soja, Flachs, Baumwolle. Die zweite ebenso wichtige Gruppe umfaßt sekundäre Kulturpflanzen, welche aus Unkräutern hervorgegangen sind, die in die primären

1) ! von mir.

2) *Secale montanum* — wie er meinte; nach VAVILOV (1925) war aber der „Unkrautroggen", auf dessen Beschreibung nach REGEL sich ENGELBRECHT stützte, nicht *montanum*, sondern *cereale* (s. S. 177).

3) Im Kap. 8 Ökologie wird auf die Arbeit ENGELBRECHTS in anderm Zusammenhang hingewiesen.

eingesprengt waren. Hierher gehören: Roggen, Hafer, *Camelina sativa*, *Eruca sativa*, *Spergula maxima*, Senfarten, *Fagopyrum tataricum*, eine Anzahl Wicken, *Abutilon Avicennae*, *Coriandrum sativum*."

Die Unkräuter ersetzten die primären Kulturpflanzen bei der Verbreitung vertikal — von den Tälern in die Höhen, horizontal — von Süden nach Norden.

Daher finden sich in Nord- und Mitteleuropa Pflanzen als Kulturpflanzen, die in südlichen Ländern, aus denen sie stammen, als Unkräuter vorkommen; ebenso sind Unkräuter der Täler in den Höhen auf ärmeren Böden und in härterem Klima Kulturpflanzen. Die natürliche Selektion hat, fast unabhängig vom Menschen, auf diese Weise anspruchslose, frühreife, winterfeste Sorten herausgezüchtet. Sie führt dazu, daß Kulturpflanzen des Nordens und solche der Höhen vielfach die gleichen ökologischen Eigenschaften zeigen. Die größte Mannigfaltigkeit solcher Kulturpflanzen als Index ihres Ursprungs ist deshalb nicht in den Ländern zu suchen, wo sie kultiviert werden, sondern dort, wo sie als Unkraut auftreten. Dort sind sie nicht verwildert, sondern ursprünglich. Das ist z. B. für den Roggen das vorderasiatische Gebiet (siehe S. 177).

Außer den ökologischen Eigenschaften sind aber auch morphologische und physiologische in hohem Grade durch das Leben dieser Unkräuter in der „Kulturgemeinschaft" bestimmt. Mit den Beziehungen zwischen Unkräutern und Kulturpflanzen haben sich Hitrovo (1911), Zinger (1913), Thellung (1925, 1930) u. a. beschäftigt. Die von Engelbrecht geforderte Bearbeitung der Unkräuter von diesem Gesichtspunkt aus ist seither in starkem Maße aufgenommen. Einzelbeiträge siehe bei den hier genannten sekundären Kulturpflanzen jeweils im speziellen Teil, besonders bei Roggen S. 180 und Cruciferen S. 278).

Durch die gemeinsame Kultur — Saat, Bearbeitung und Ernte — mußte sich völlig unbeabsichtigt durch den Menschen und doch gleichzeitig völlig bestimmt durch sein Eingreifen, eine Angleichung durch Selektion an die jeweiligen Wirtspflanzen vollziehen. Mit der Kulturpflanze zusammen kann nur geerntet werden, was gleichzeitig reift und seine Samen nicht spontan ausgestreut hat. Bei höherer Kulturstufe, wo Sortierung und Reinigung der Saat sorgfältiger gehandhabt werden, erhalten auch gleiche Größe, Form und Schwere von Samen und Früchten Selektionswert. Das Resultat ist ein in ökologischer Beziehung der Kulturpflanze nahestehender Typ mit gleichzeitiger Reife, der, wie die Kulturpflanze, die natürlichen Schutz- und Verbreitungsmittel verloren hat. Mit anderen Worten, es entstehen bei den Unkräutern Kultureigenschaften. Ein gutes Beispiel dafür ist das bereits genannte Roggenunkraut *Bromus secalinus* mit seiner zähen Rispenspindel und großen Samen. Thellung führt außer den genannten Eigenschaften als charakteristisch an: Einjährigkeit, Vergrößerung bzw. Verkleinerung der Samen, Verlust der natürlichen Schutzmittel des Pflanzenkörpers (Behaarung, Bedornung usw.) und endlich Heimatlosigkeit. Letztere findet sich allerdings selten; Thellung nennt *Silene linicola* und *Cuscuta Epilinum*, die nirgends wild, sondern nur auf Flachsfeldern bekannt sind. Hier ist auch der dem Spelz eigentümliche *Bromus arduennensis* zu nennen, der einzig aus Spelta-Kulturen Lothringens und Luxemburgs bekannt ist.

Tritt nunmehr zu dieser als Kulturpflanze fast fertigen Struktur noch das Vorhandensein nutzbarer Eigenschaften, der Besitz von Nährstoffen, Öl, Fett oder Stärke oder von nützlichen Fasern usw., so ist die Übernahme in selbständige Kultur fast unvermeidlich. Sicher haben sich in historischer Zeit viele Cruciferen so verselbständigt. Der oben genannte *Bromus secalinus* dagegen hat trotz verhältnismäßig großer Früchte den Weg in die Kultur nicht gefunden.

In Tabelle 6 sind die wichtigsten sekundären Kulturpflanzen, die aus Unkräutern hervorgegangen sind, zusammengestellt (z. T. nach Vavilov).

Tabelle 6. Unkräuter im Übergang in Kultur; sekundäre Kulturpflanzen

I	II Unkraut in	III Unkraut in	IV Übergang in selbständige Kultur	V Berichterstatter
a) Echte Unkräuter				
Winter-Roggen *Secale cereale*	Weizen, Gerste	Afghanistan, Persien, Pamyr	hohe Berge von Buchara und Pamyr	Vavilov Balabajew
	Trit. vulgare	Transkaukasien		Baur, Berkner
	Trit. compactum	Kleinasien	Gebirge	Vavilov
	Hordeum sativum (Winter)	Turkestan	Gebirge, Hindukusch	(Engelbrecht) Vavilov
Sommer-Roggen	Sommer-Weizen	N.-Afghanistan	do. leichte Böden	Vavilov
	Sommer-Gerste	N.-Mongolei (Sibirien)	do. winterfester	Pissarev
Avena sativa	Sommer-Emmer	Armen. Siedlungen in Persien	in allen Emmeranbaugebieten	Vavilov
		Kama-Gebiet und andere Emmer-Anbaugebiete	Lokalrassen	Vavilov
	Winter-Emmer	Pyrenäen	späte Rassen	Mordvinkina Vavilov
Avena abyssinica	Abess.-Emmer	Abessinien		Malzew
Avena strigosa	Wolga-Emmer	Wolgagebiet	Wolga-Gebiet viel Hafer als „sub-emmer“	Stoletova
Avena sativa	Einkorn	Bulgarien, Transkaukasien, Nord-Kaukasus, Krim	ebenda	Vavilov
Avena sativa	Gerste	Wiatka (Sibirien)		„
A. fatua und *Ludoviciana*, zusammen mit *A. sativa*	Einkorn und Gerste	Transkaukasien, Bulgarien		„
A. strigosa + *brevis*	Gerste und Emmer	W.-u. NW.-Eurasien, Weißrußland, Estland	auf leichten Böden in England u. Frankreich	Vavilov (1925)
Einkorn	Emmer	Krim		Baroulina
		Südfrankreich		A. Schulz
Eruca sativa	Flachs	Zentralasien	kult. in Persien, Afgh., Buchara, Indien	Sinskaja

I	II Unkraut in	III in	IV Übergang in selbständige Kultur	V Berichterstatter
Camelina sativa *Camelina linicola* *Spergula linicola* *Spergula maxima*	Flachs	Kaukasus, Armenien, Kleinasien, Altai	ebenda	Zinger, Sinskaja
Brassica campestris	Flachs	Europa, Asien	Georgien, Armen. Hochgebirge	Stoletova
Brassica juncea	keine spezialisierte Angabe	Sibirien, Altai, wild in Kirgisensteppe, China	Sibirien, Altai	Sinskaja
Sinapis alba	Eurasien in Hafer, Flachs	Spanien bis Ostindien	Überall in Eurasien und N.-Afrika	Sinskaja
Fagopyrum tataricum	*Fagopyrum esculentum* Weizen	Sibirien Sibirien	cult. in Altai Kaschmir	Vavilov
Vicia narbonensis	Getreide	Transkaukasien, Spanien	kult. in Italien	Vavilov
Vicia sativa *Vicia pannonica* *Lathyrus* *Pisum arvense*	Getreide	Bergdistrikte von Asien	Mischkulturen von jeher in Vorderasien üblich	Vavilov
Coriandrum sativum	Getreide	Transkaukasien, Kleinasien	kult. in Zentralasien	Vavilov
Cephalaria syriaca	Weizen	Kleinasien	im Gebirge kultiviert als Ölpflanze	Zhukovsky
Cucumis trigonus	*Cucumis Melo*	N.-Afghanistan Turkestan	kultiviert in Afghanistan Turkestan	Vavilov
Teosinte, *Euchlaena mexicana*	Mais	Guatemala, Mexiko	Mexiko	Collins a. Kempton
b) Anthropochore Pflanzen.				
Daucus carota	Obst- und Küchengärten an Wohnstätten	Europa, Asien	überall in Eurasien	Vavilov
Cannabis sativa		Europa, Asien	„ „ Eurasien	Vavilov
Papaver somniferum		Europa, Asien	„ „ Eurasien	Vavilov

Den Feldunkräutern, die so gewissermaßen aus zweiter Hand in die Kultur übergingen, reiht sich eine weitere Gruppe von Pflanzen an, die gleichfalls in wildem Zustande an Kultur gebunden sind, insofern, als die Wohnstätten des Menschen ihnen besonders günstige Entwicklungsmöglichkeiten durch Schutz und Nahrung (Anhäufung von Stickstoff usw.) bieten. (Hier trifft sich VAVILOV mit ENGELBRECHTS Ruderalpflanzentheorie.) Sie „wandern mit dem Menschen, drängen sich ihm zur Kultur förmlich auf", setzen aber Seßhaftigkeit und unseres Erachtens damit das Bestehen unserer primärsten Kulturen, an und mit denen sich die Seßhaftigkeit entwickelt hat, bereits voraus. In sehr eingehender und überzeugender Weise schildert VAVILOV (1925 Kap. 6) diese Art der Inkulturnahme für den Hanf als Typus für einige der Primärkulturen. Daß für andere, und zwar für die wichtigsten ältesten, der Weg ein anderer gewesen ist, ist kaum zu bezweifeln. Inkulturnahme von Gerste und Weizen ist schwer anders zu denken, als in der Folge einer bewußten Sammeltätigkeit des Menschen, die nach E. HAHN über Pflanzenkultur, Hackbau schließlich zum Feldanbau, zur Pflugkultur führte. Es erscheint deshalb richtiger, diese Gruppe von den Primärkulturen im engsten Sinne, Weizen, Gerste, Flachs, Hirse, zu trennen und mit NAEGELI und THELLUNG (1905) als anthropochore Pflanzen in einer 2. Gruppe sekundärer Kulturpflanzen zusammenzufassen. Im selben Sinne würde sich ENGELBRECHTS Gruppe der Ruderalpflanzen aufteilen. Für die „Anthropochoren" ist ebenso wie für viele Unkräuter Heimatlosigkeit charakteristisch. Ferner aber ist für sie, ebenso wie für die „Unkräuter" wiederholte Inkulturnahme zu verschiedenen Zeiten und an verschiedenen Orten wahrscheinlich. Die Absonderung dieser Gruppe wird durch ihr späteres Erscheinen als Kulturpflanzen gerechtfertigt. So fehlt der Hanf den ältesten Kulturen des Orients sowie den Pfahlbauten des westlichen Mittel-Europa, HOFMANN gibt ihn für Nieder-Österreich an. Seine Herkunft aus Asien ist wahrscheinlich, seine Aufnahme in den uns bekannten Kulturkreis fällt nach HOOPS erst in historische Zeit.

Daß die Funde von *Daucus*-Samen in neolithischen Pfahlbauten schon eine eigentliche Kultur der Möhre voraussetzen, ist nicht gesagt. VAVILOV rechnet 1925 die Möhre noch zu der Gruppe der „Unkräuter" — ihre Charakterisierung: it seems to intrude upon the agriculturist, sowie ihre Verbreitung als Ruderalpflanze läßt sie besser zu den Anthropochoren stellen.

Auch für manche andere ist die Einreihung in diese oder jene Gruppe strittig. *Triticum monococcum* z. B., das heute, wenigstens in manchen Gegenden, als charakteristisches Beispiel eines „Unkraut"-getreides genannt werden kann, erscheint schon den reichlichen Funden im neolithischen Troja nach zu urteilen, in allerältester Zeit als selbständige Kultur, an Stelle von Emmer, der in diesem Teil Vorderasiens soviel wir heute wissen, damals noch nicht gebaut worden ist; die Aufnahme in die Kultur muß also wohl eher dem Typus der Primärkulturen gefolgt sein.

Zu den anthropochoren Pflanzen gehören auch eine große Anzahl Heilkräuter (THELLUNG 1930), charakteristisch auch für viele derselben die Heimatlosigkeit — so Petersilie, Eibisch (*Althaea officinalis*), Kalmus (*Acorus Calamus*) u. a.

VAVILOV hat zwar die Abtrennung dieser Gruppe von den Primärkulturen der 1. Gruppe (Weizen, Gerste, Reis, Mais, Soja, Flachs, Baumwolle) (1927, S. 359) selbst vorgenommen und zählt hierzu Hanf, Nessel, Möhre, Mohn. Er vertritt aber auch hier noch die Ansicht, „daß die anthropochoren Pflanzen, die Begleiter des Menschen, unabhängig von seinem Willen, in bedeutendem Maße den eigentlichen Prozeß der Entstehung der Kulturpflanzen erklären".

Durch diesen Satz wird in gewiß nicht begründeter Weise die vorher gut durchgeführte Unterscheidung zwischen I primären, II sekundären, a) aus Unkräutern, b) aus Anthropochoren unnötig wieder verwischt.

III. Geographische Verbreitung

Mit der geographischen Verbreitung der Kulturpflanzen in besonderer Beziehung zu ihrer Herkunft haben sich in erster Linie DE CANDOLLE, dessen Ausgangspunkt, wie erwähnt, die „Géographie botanique raisonnée" war, alsdann UNGER, SCHWEINFURTH und VAVILOV befaßt.

1. Verteilung auf der Erde

Ein Überblick über die heutigen Kulturpflanzen der ganzen Welt zeigt, daß als Heimat derselben Nordafrika, Süd- und Mittelasien mit Europa und China einerseits, die Mitte des amerikanischen Kontinents andererseits in Frage kommt. Dagegen fällt es auf, daß weder Australien mit Neu-Seeland, noch Südafrika, noch Nord-Eurasien, noch Amerika südlich des La Plata oder nördlich von Mexiko, der Welt Kulturpflanzen geliefert haben, die nur annähernd an die Bedeutung von Getreide und Kartoffeln, oder Cocos und Baumwolle heranreichen. DARWIN fügt auch die ozeanischen Inseln zu dieser letzten Gruppe. DE CANDOLLE sieht den Grund hierfür darin, daß diese Länder mit ihrem Überfluß an vegetabilischer Nahrung einerseits eine Veredelung nicht nötig hatten, daß andererseits das Klima mancher Landstriche, wie Patagonien, Australien, Nordafrika, zu heiß und trocken ist, und endlich, daß vielfach die räumliche Isolierung eine Anregung dazu von außen her verhinderte, die in den der Wanderung und dem Kontakt mit anderen Völkerschaften zugänglichen Landstrichen nicht ausbleiben konnte. „Wenn die Menschen leben können, ohne zu arbeiten, ziehen sie ein solches Leben vor" (DE CANDOLLE). Tropen und kalte Zonen sind ungeeignet zur Bildung von Kulturen, die einen wegen Überschusses, die andern wegen Fehlens an pflanzlichen Nahrungsmitteln, die an Stelle der erjagten tierischen zur Seßhaftigkeit führen.

Deshalb ist die Kultur im wesentlichen an die temperierten Länder gebunden; wo sie in den Tropen ihren Ausgang genommen, da tritt die Höhenlage anstelle der geographischen Breite. Innerhalb der gemäßigten Zone sind es nun wieder bestimmte Regionen, die als Zentren der Verbreitung der Kulturpflanzen anzusehen sind und die sich über die beiderweltlichen Kontinentmitten hinüberziehen. UNGER (1857) hat sie in einer anschaulichen Karte festgehalten und bezeichnet die Richtung als „bromatorische Linie" (von broma = Nahrung und horos = Grenze). In Amerika geht die Verbreitung von Mexiko über die Länderbrücke nach dem Norden Südamerikas bis Chile und Peru. In der alten Welt liegt das ganze Schwergewicht auf der nördlichen Hemisphäre (siehe Karte Abb. 5).

2. Gebirge als Kulturzentren

Während in der neuen Welt die großen Hochplateaus von Mexiko, Peru, Kolumbien als Ausgangspunkte der Kultur angesehen werden, haben in der alten Welt von jeher die großen Flußniederungen: Nil, Euphrat und Tigris, Ganges, Jangtse dafür gegolten.

Gegen diese Ansicht wendet sich neuerdings mit aller Entschiedenheit VAVILOV (zuerst dargestellt 1925 in Origin of cultivated plants), der auf Grund seiner pflanzengeographischen Forschungen auch in der alten Welt die Verbreitungszentren vielmehr in den Gebirgsländern sieht (Kap. 4, The mountainous districts as the home of agriculture). Wie oben dargestellt (S. 8), ist nach VAVILOV dasjenige Gebiet als Ausgangspunkt und Verbreitungszentrum einer Art oder Gattung anzusehen, das den größten Reichtum an Varietäten und die größte Anzahl lokal spezialisierter Endemismen derselben enthält. Dies aber

sind, wie er für Weizen, *Triticum durum* und *vulgare*, für Lein u. a. nachgewiesen hat, nicht die Flußtäler, sondern die Gebirge Kleinasiens, des Kaukasus, Abessiniens usw. Auch die übliche Annahme, daß, wenn schon nicht die Pflanzen, so

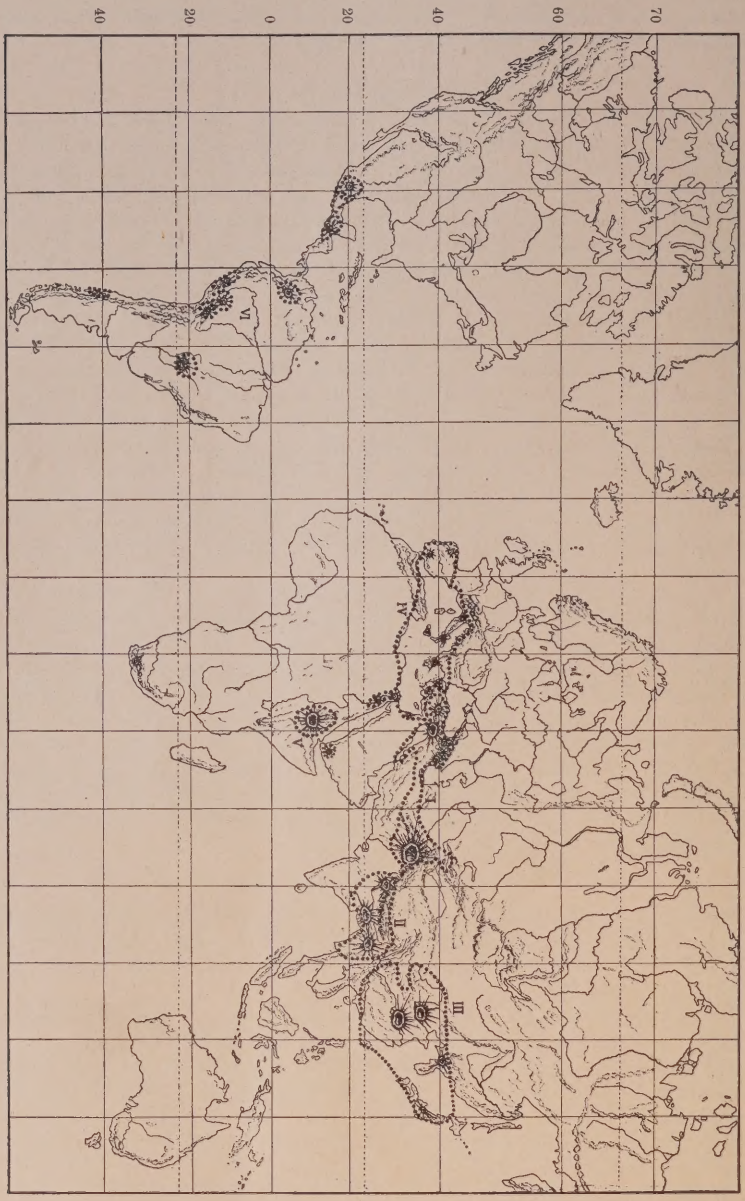


Abb. 5. Ursprungszentren der Kulturpflanzen. Nach Vavilov 1929, S. 414.

doch die Kultur aus den großen Kulturländern der Flußniederungen ihren Ausgang genommen, lehnt Vavilov als nicht haltbar ab. Setzt doch dort die Bearbeitung der Kulturpflanzen vielfach komplizierteste Formen der Kultur, künstliche Bewässerung usw. voraus. Wahrscheinlich ist es vielmehr, daß der Zeit wo sich die Menschen in diesen großen staatlichen Gemeinschaften in den Ebenen zusammenfanden, eine primitivere vorausging, wo kleinere Familien — oder Stammesgemeinschaften im Schutz der Berge oder engeren Gebirgstäler die erste primitive Kultur der sie umgebenden und hier in voller Mannigfaltigkeit variierenden nahrungliefernden Pflanzen vornahmen. In solchen Gegenden ist auch, sofern nicht die Regen genügend fallen, eine Bewässerung durch Ableitung eines Gebirgswassers in einfachster Weise möglich. Für Nordafrika kommt daher nicht Ägypten, wohl aber Abessinien, für Südwestasien nicht Mesopotamien, sondern Afghanistan, für Zentralasien nicht der Pandjab, sondern Nepal als Wiege der Pflanzenkultur in Frage.

Auch stimmt damit manches überein, was bei E. Meyer über die Anfänge der Kulturen gesagt ist. So einmal die starke Bedeutung, die den oberägyptischen Stämmen zukommt und ihre Beziehungen zu Nubien. „Unternubien stimmt kulturell und anthropologisch in den ältesten Zeiten mit Ägypten völlig überein." Ähnlich äußert sich schon Schweinfurth. „Das Niltal mit seinen Überschwemmungen und Tieren kann nicht zur Siedelung gelockt haben — eher die Höhen an seinen Rändern. Von hier aus werden die Ahnen der Ägypter in das gestreckte Flußtal vorgedrungen und zu staatlicher Organisation gezwungen worden sein" (S. 57). Und „wahrscheinlich sind die Sumerer . . . . . aus den Bergen im Nordosten erobernd in das Tiefland eingedrungen". „Zweifellos haben sie die (babylonische) Kultur in allem Wesentlichen geschaffen, deren Anfänge sie bereits mitgebracht haben mögen." Ebenso kommen die Elamiter aus den Zagros-Bergen. Auch diese Stämme haben, nach den Steindenkmälern zu urteilen, bereits Ackerbau und Viehzucht gekannt — den ersten stets mit Bewässerung (E. Meyer, S. 437, 459).

Es ist unzweifelhaft, daß die Gedankengänge Vavilovs auf einem reichen Beobachtungsmaterial beruhen und daß sie durch die laufenden Arbeiten der russischen Schule immer neue Bestätigung fanden. Auf Schwierigkeiten in Einzelfällen z. B. beim Weizen wird noch zurückzukommen sein (S. 101).

Zum gleichen Resultat ist unabhängig von Vavilov O. F. Cook (1925) für Amerika gekommen, wo wie gesagt die großen Hochebenen dieselbe Rolle gespielt haben sollten, wie die großen Stromtäler in der alten Welt. Cook sieht die engen Hochtäler, die zu Hunderten in die Anden eingeschnitten sind, als besser geeignet an, den primitiven Menschen zum Übergang zur Domestikation der Pflanzen zu führen, als die großen Hochplateaus. Es wird auch berichtet, welch starken Eindruck die riesigen Vorratshäuser auf die erobernden Spanier gemacht haben, die an kühlen, trockenen Orten direkt in die Felshänge eingehauen waren. Indem Cook diesen Gedanken, der sich bei Betrachtung der amerikanischen Kulturen aufdrängt, auch auf die alte Welt überträgt, kommt auch er im Gegensatz zur landläufigen Meinung zu der gleichen Anschauung wie Vavilov. Vavilov hat dann 1927 auf dem V. internationalen Kongreß in Berlin (S. 350) in aller Schärfe seine Anschauung formuliert.

3. Die Kulturzentren

Vavilov stellt für die alte Welt neuerdings[1]) fünf Zentren auf, die sich auf den Raum zwischen 10 und 40° verteilen. Hierzu Abb. 5 und eine ganze Reihe von

1) Bei der Korrektur konnte die letzte zusammenfassende Darstellung (Vavilov London 1931) noch mit verwertet werden.

Arbeiten (B.a.B. 16,2 1926, Origin S. 242; 17,3 1927. V. Int. Kongr. 1927 (1928 S. 342); Bericht d. U. S. S. Kgr. f. Pflanzenzüchtung S. 414. B. a. B. 26, 3 1931 S.1 Zentralasien; S. 136 Amerika; 2. Intern. Cgr. History of Science London 1931).

Nach der neuesten Darstellung sind folgende Ursprungszentren zu unterscheiden:

Ursprungszentren

1. Südwest-Asien, umfassend Nordwest-Indien, Süd-Afghanistan, Kaschmir, das gebirgige Buchara, Turkestan. Persien, Transkaukasien (Armenien und Kurdistan), Ost- und Mittel-Kleinasien,.

Hierher: *Triticum vulgare* und *compactum*, Roggen, kleinsamiger Flachs, kleinsamige Erbsen, Linsen, Kicher, Luzerne, eine Reihe von Gemüsen, asiatische Baumwolle, eine Reihe von Obstarten, wie Apfel, Birne, Kirsche u. dgl.[1]).

2. Indien, Vorder- und Hinterindien, Indochina, Siam; besonders ein Zentrum für tropische Pflanzen: Reis, Zuckerrohr, Baumwolle, tropische Früchte.

3. Der gebirgige Teil von China (Hochtäler des Hoangho und Jangtsekiang), Nepal und die angrenzenden Länder.

Hierher: Nackthafer, Nacktgerste, Hirse, Soja und viele Cruciferen, eine Reihe endemischer Obstarten.

4. Die gebirgigen Ufer des Mittelmeers: Nordostafrika, Palästina, Syrien, West- und Südwest-Kleinasien, Griechenland, Italien, Spanien. Algier, Tunis und Marokko schließt Vavilov von den Primärzentren aus.

Hierher: großsamiger Flachs, *Avena byzantina*, großsamige Vicieen (*V. faba, Lens, Lathyrus, Ervum*), viele Gemüse, bestimmte Obstbäume (wie Ölbaum, Feige, Johannisbrot); Futterpflanzen.

5. Das gebirgige Nordost-Afrika: Abessinien und Erythraea.

Hierher: die ganze Gruppe der tetraploiden Weizen, bespelzte Gerste, Erbsen; eine Reihe endemischer Kulturpflanzen, wie Tef, Nigersaat, *Rhamnus prunoides*.

6. In der neuen Welt: Mexico, Guatemala, Columbien, Peru und Bolivien.

In der Folge weiterer Untersuchungen hat es sich herausgestellt, daß auch in Asien noch eine weitere Unterteilung vorgenommen werden mußte. So zerfällt das südwestasiatische Zentrum in zwei Teilzentren: Turkestan-Afghanistan und Kaukasus-Transkaukasien, welche durch das Hochland von Iran mit einander verbunden (aber auch getrennt!) sind. Ebenso sind die sub 2 und 3 genannten erst neuerdings getrennt.

Neben den nunmehr fünf Hauptzentren der alten Welt unterscheidet Vavilov noch sogenannte sekundäre Zentren, die nachdem sie vom Hauptzentrum aus erstmalig besiedelt sind, ihrerseits wieder der Ausgangspunkt neuer Formen geworden sind. Sie liegen gewöhnlich geographisch isoliert: einzelne Gebirge, Oasen, Inselgruppen; hierher die Oase Khiwa, Cypern, Sundainseln usw. (1927 ist auch Japan noch als Sekundärzentrum bezeichnet).

Auf die Reichhaltigkeit der unter 3 und 5 genannten Zentren und die Notwendigkeit, sie gerade für die Erforschung der Kulturpflanzen nutzbar zu machen, ist man schon früh aufmerksam geworden. 1871 sagt A. Braun (1871, S. 9):

„Es ist hierbei darauf aufmerksam zu machen, daß in keinem Lande der Welt Weizen und Gerste in einer größeren Anzahl von Spielarten kultiviert werden, als in Abessinien, obwohl dort schwerlich die Heimat dieser aus Vorderasien stammenden Getreidearten zu suchen ist."

Ebenso weist Solms-Laubach (1899) darauf hin (S. 29), daß „von allen bekannten Weizenbauländern dasjenige, welches die eigentümlichsten Varietäten

1) Kurze Angabe nach der zusammenfassenden Darstellung bei Vavilov (1926), ausführlicher siehe Tab. 65.

oder Kultursorten bietet, das im fernen Süden gelegene Abessinien ist" und macht auf das von SCHIMPER mitgebrachte Material aufmerksam. HARLAN hat hier zuerst die große Vielförmigkeit von *dicoccum* beobachtet (1923), zitiert bei VAVILOV. Die im Jahre 1927 hier durchgeführte russische Expedition hat über ihre Resultate bisher noch nichts Endgültiges publiziert, obgleich viele Einzelbeobachtungen bereits in die Literatur übergegangen sind. Hierzu viele Beiträge von SCHWEINFURTH.

Was das 3. Zentrum betrifft, so hat STAPF 1909 auf der 79. Versammlung der British Association in Winipeg darauf aufmerksam gemacht, daß der Nordhimalaya und das chinesische Turkestan als ein „wichtiger Schauplatz aller menschlichen Wandlungen" Aufschluß über die Anfänge der Kulturpflanzen müsse geben können (vgl. auch SCHWEINFURTH 1911).[1])

Für das amerikanische Gebiet liegen weitere Ergänzungen bei O. F. COOK (1925) vor. Er schränkt das von VAVILOV als Ursprungszentrum umrissene Gebiet stark ein; danach wäre daraus Peru allein als Primärzentrum anzusehen. Er zeigt, daß die ganze alte Kultur Perus aufgebaut ist auf einheimischen Pflanzen, die zum großen Teil auch heute noch wild überall gefunden werden. Sowohl die alten prä-spanischen Namen als die Intensität der Kulturen, die aus den Ausgrabungen hervorgeht, spricht dafür, daß Peru als das Kulturzentrum Amerikas angesehen werden muß. Die weiter verbreiteten, in Mittel- und Südamerika vorkommenden Arten haben von hier ihren Ausgang genommen, z. B. nach Mexiko, nicht umgekehrt. Das beweisen die auch in Mexiko gebrauchten indigenen peruvianischen Namen, die prä-spanisch sind, meist der Inka- oder Quichua-Sprache entnommen; z. T. sind diese Namen in spanischer Zeit durch mexikanische ersetzt, so nennt COOK das mexikanische maiz für peruanisch sara, mani für inchis (Arachis); camote für apichu (Zuckerform) und cumara (Stärkeform von Ipomoea). Aber die meisten alten Namen für diese Pflanzen, die Cobo und andere noch nennen, sind noch heute in entlegenen Andendörfern Perus gebräuchlich. COOK gibt eine Liste dieser alten peruvianischen Namen und, soweit vorhanden, ihre mexikanischen und spanischen Bezeichnungen (l. c. S. 99). Von den 70 zusammengestellten Spezies, die in Peru kultiviert werden, sind 35 endemisch- und nirgends in den mittel- und südamerikanischen Kulturen finden sich solche, die in gleicher Weise Weltkulturen geworden sind, wie die von Peru.[1])

4. Genzentrentheorie

Die Hauptzentren sind, wie oben gezeigt wurde, 1. charakterisiert durch die Häufung von Varianten — mit anderen Worten die größte Mehrzahl der Typen, die sich im gesamten Verbreitungsgebiet finden, sind auch in diesen Zentren vertreten, 2. zeigen sie einen großen Reichtum an Endemismen, die sich nicht in der Peripherie finden. Dies ist besonders auffallend für das abessinische Gebiet; hier finden sich sehr eigenartige Formen von Gerste (*deficiens*, *macrolepis*), Weizen (violett-körnige, *durocompactum*), Erbsen (schwarzsamig) (BRAUN 1841, SOLMS-LAUBACH 1899); daneben aber vor allem die dem Lande ganz eigenen Kulturgewächse, wie der Tef (*Eragrostis abyssinica*) und die Nigersaat (*Guizotia oleifera*).

Als Beispiel für die Verteilung der Varietäten zwischen Zentrum und Peripherie ist umstehend (Tab. 7) das Resultat der 1. derartigen Analyse von VAVILOV — für *Triticum vulgare* und *compactum* sowie den Roggen wiedergegeben (nach B. a. B. 1923, S. 208 u. 213).

1) Die neueste Darstellung von VAVILOV über Amerika (1931), wieder etwas abweichend, konnte nicht mehr verwertet werden; ebensowenig eine weitere über Zentralasien (Zusatz bei der Korrektur).

Tabelle 7. Geographische Verteilung der Gene bei Getreide

In	Anzahl Varianten von *vulgare*	*compactum*	*durum*	*Secale*
Persien	52	—	—	—
Afghanistan, Belutschistan, Buchara	46	10	1	29
Indien	32	6	22	—
Turkestan	32	—	66	12
Khiva	—	11	—	11
Mongolei	31	10	—	—
Kaukasus	20	10	52	6
Transkaukasien, Armenien	—	—	—	14
Europäisches Rußland	20	3	298	7
China	18	7	1	—
Pamyr	—	—	1	—
Mandschurei	12	2	—	—
Sibirien	12	3	22	2
Deutschland	12	—		—
Italien, Schweiz	12	—	10 It.	—
Frankreich	11	(W. E. 6)	1	—
Balkan	11	—	—	—
Griechenland	—	—	11	—
Österreich	11	—	—	—
England	11	—	—	—
Kleinasien	10	—	1	7
Palästina	—	—	7	—
Spanien, Portugal	10	—	31	—
Europäische Türkei	8	—	1	—
Belgien, Holland	7	—	—	—
Schweden, Norwegen, Dänemark	8	—	—	—
Tunis, Marokko	6	1	—	—
Algier	—	—	152	—
Japan	5	s. b. China	—	—
Ägypten	5	—	2	—
Abessinien	—	—	6	—
	Vavilov 1923 B. a. B. 14 S. 208	B. a. B. 14 S. 213	Orlov 1922 B. a. B. 13/1 S. 379	Vavilov1925 Origin S. 79

fehlen die Resultate der Abessinien-Expedition

Es folgen die 1. Zahlen von Orlov für *durum*, die indessen heute anders ausfallen dürften, wenn die Daten der Mittelmeer- und der Abessinienexpedition veröffentlicht sein werden. Die Verteilung von 90 Varietäten auf die Weltkultur, einschließlich Amerika und Australien, läßt aber bereits den Reichtum Afrikas in *durum*-Formen erkennen. Es werden gebaut im Jahre 1923

in Afrika 34 Varietäten von *durum*,
„ Europa 21 „ „ „
„ Asien 20 „ „ „
„ Amerika 9 „ „ „
„ Australien 6 „ „ „

Ist so das Zentrum gegenüber der Peripherie durch die größere Mannigfaltigkeit ausgezeichnet, so besitzt andererseits die Peripherie häufig auch ihre eigenen Typen, die dem Zentrum fehlen. Ein Vergleich des genetischen Verhaltens der Eigenschaften, welche periphere und zentrale Rassen auszeichnen, läßt eine Gesetzmäßigkeit in der Verteilung der Gene erkennen derart, daß 3. in den Genzentren die dominanten Gene überwiegen, während nach der Peripherie hin die Zahl der Rezessivtypen relativ zunimmt. Diese Tatsache ist verständlich, da nach den Erfahrungen des Experiments die größte Zahl der

Genmutationen ihrem normalen Allel gegenüber rezessiv ist (nach alter Bezeichnung: Verlustmutation). Nach von Ubisch besitzt *Hordeum spontaneum* von fast allen Genen das dominante Allel. Bei der starken Häufung von Varianten (Punkt 1) im Verbreitungszentrum muß durch Bastardierung ein stetes Vorherrschen dominierender Formen resultieren. Elimination des rezessiven Typus (etwa wo er klimatisch nicht zur Reife kommt) bringt ihn nach 8 Generationen schon zu der praktisch verschwindenden Häufigkeit $1 : 129$ ($1 : 2^{n-1} + 1$; Schiemann 1924).

Bei dem weiteren Vordringen mit und ohne Hilfe des Menschen werden besser angepaßte Rezessivtypen durch natürliche Selektion ausgelesen werden und sich infolge der geringeren Konkurrenz leichter halten können. So entstehen klimatisch oder edaphisch, mit anderen Worten physiologisch differenzierte Lokalrassen, die im Genzentrum von den normalen Geschwistern immer wieder unterdrückt werden.

Dieses Abklingen dominanter Merkmale ist von Bateson (1914) als „unpacking" bezeichnet und von Vavilov als Dominanztheorie für die Erklärung der geographischen Verteilung der Kulturpflanzen verwertet. Vavilov faßt sie (1927, S. 358) in die Worte zusammen: „Der ganze Prozeß der geographischen Evolution kann im Schema als ein Entfaltungsprozeß, als Prozeß des Ausfallens der dominierenden Merkmale betrachtet werden."

So erklärt Vavilov das Vorherrschen dunkler Typen, die größtenteils dominant sind, in den in wärmeren Gegenden gelegenen Zentren: Dunkelkörnigkeit bei Getreide, Erbsen, Kichern — aber auch Dunkelhäutigkeit bei Menschen und Tieren (vgl. Eugen Fischers Theorie der Hellhäutigkeit der nördlichen Rassen als Domestikationserscheinung). Es wird damit verständlich, warum unter unseren seit altersher üblichen Kulturen die hellen Rezessivtypen die überwiegende Zahl ausmachen. Ihre Abspaltung aus den dominanten Formen muß in der Zeit vor ihrer Wanderung in unser Kulturgebiet liegen, ihre Stabilisierung und Trennung von den dunkelfarbigen Geschwistern in eben diese Wanderung räumlich und zeitlich fallen (vgl. hierzu die Beziehung *compactum-vulgare*, S. 109).

Läßt sich dieses Schema im großen und ganzen durchführen, so gibt es eine Anzahl herausfallender Tatsachen, die sich im einzelnen etwas verschiedenartig erklären lassen. Vor allem ist zu beachten, daß phänotypisch gleiche Merkmale sowohl dominant als rezessiv sein können (dominante und rezessive Dichte bei Weizen). Meist, wo das allgemeine Schema verwischt ist, läßt sich dies auf bewußten Eingriff durch den Menschen zurückführen; als Beispiel führt Vavilov das Überwiegen dominant rotkörniger *vulgare*-Weizen in nordischen Ländern an. Allerdings ist überhaupt — entgegen dem schwarzen — ein Zunehmen des roten Pigments nach Norden zu beobachten (Vavilov 1928). Die Rolle, welche die Konkurrenz bei der Typenverschiebung im Weiterwandern der Formen spielt, erklärt es, daß eine Häufung von Rezessivtypen unter Umständen unabhängig von der Entfernung vom Ursprungszentrum, erfolgen kann. Es geschieht dies in irgendwie isolierten Bezirken: Inseln, Oasen usw., mit anderen Worten in dem, was oben als Sekundärzentren bezeichnet wurde. Daher sind Sekundärzentren durch Endemismen vorwiegend rezessiven Typs charakterisiert.

Eine weitere Gesetzmäßigkeit, die durch die geographische Verbreitung bedingt ist, hat Vavilov in der Vegetationsdauer gefunden, worauf in anderem Zusammenhang schon kurz eingegangen ist, vgl. S. 30 (Vortrag auf d. intern. ldw. Kongr. Rom 1928. — Ref. in Öster. bot. Zeitschr. 1928, 77, S. 78). Danach lassen sich die Kulturpflanzen einteilen in zwei große Gruppen, die er mit Garner und Allard als Pflanzen der kurzen bzw. Pflanzen der langen Tage bezeichnet.

Diese Erkenntnis wurde gewonnen aus einem, dank der großen Ausdehnung Rußlands ermöglichten Experiment. Wie erwähnt sind in Rußland auf den verschiedensten Breiten- und Längenlagen, sowie in ökologisch verschiedenen Gebieten landwirtschaftliche Versuchsstationen eingerichtet (vgl. S. 9). Hier sind auf Veranlassung Vavilovs Stämme von gleichem Ausgangsmaterial in vergleichenden Anbau genommen. Als Beispiel für den Umfang dieser Arbeiten seien die Versuche mit Lein genannt, die nach dieser Richtung besonders gründlich durchgearbeitet sind; 1400 Leinsorten wurden gleichzeitig an 28 verschiedenen Stationen kultiviert und während der Vegetation und auf ihre Ernte hin gleichmäßig verarbeitet (Origin, Kap. 2, S. 182—194 (Tab. A—C).

Diese Vergleichskulturen, zusammen mit den pflanzengeographischen Beobachtungen ausgewertet, ergaben, daß 1. Kulturpflanzen, die aus Gebirgsgegenden südlicher Länder oder aus gemäßigtem Klima stammen, bei dem Transport von Nord nach Süd eine immer kürzere Vegetationsdauer aufweisen. Sie werden als Pflanzen der kurzen Tage bezeichnet. Hierher gehören: Hirse, *Vicia faba*, Soja, Mais, *Sorghum*, *Ricinus*, Sesam, Baumwolle (Vavilov), *Nicotiana*, *Phaseolus* (Garner u. Alland).

2. Kulturpflanzen, die aus tropischen und subtropischen Gebieten stammen, verhalten sich dagegen derart, daß mit der Annäherung nach Süden ihre Vegetationsdauer zunimmt; sie werden als Pflanzen der langen Tage bezeichnet. Hierher gehören Getreide, die meisten Leguminosen, Cruciferen, Mohn u. a.

Eine weitere Gesetzmäßigkeit fand Vavilov darin, daß, wenn man gleiche Gattungen vergleicht, die Höhe der Pflanzen von Norden nach Süden abnimmt, andererseits aber auch mit abnehmenden Niederschlägen. Das Zahlenmaterial zu diesen theoretischen Angaben ist noch nicht veröffentlicht.

Im Kapitel „Mutation" wurde endlich bereits einer Erscheinung gedacht, die auch in diesem Zusammenhang genannt werden muß: Der Häufung bestimmter Mutationstypen in begrenzten geographischen Gebieten: Es handelt sich um Beispiele von Parallelvariation in so weit auseinanderliegenden Gattungen, daß es zur Zeit noch nicht gelungen ist, die Beziehung zwischen Ursache und Wirkung aufzuklären. So finden sich in Ost- und Südostasien, China nackte Gerste, Nackthafer, feinspelzige leichtausfallende Hirse; im Mediterrangebiet großblütige, großsamige, großfrüchtige Leguminosen und Lein, in Südwestasien, Indien, Afghanistan, Buchara dagegen kleinblütige, kleinfrüchtige, kleinsamige. Ebensolche konstante Unterschiede, die nicht nur Maße und Dimensionen, sondern auch andere morphologische Eigenschaften wie Behaarung, Form von Stipeln usw. betreffen, finden sich zwischen den amerikanischen großsamigen *Phaseolus*-Arten und den südwestasiatischen kleinsamigen derselben Gattung; das gleiche gibt Vavilov (nach Zaitzev) für Baumwolle an und weist darauf hin, daß sich dieselbe Erscheinung wohl bei den Gattungen *Vitis*, *Ribes*, *Rubus*, *Malus*, *Prunus*, *Fragaria* werde nachweisen lassen (siehe Tab. 8). Für diese Gesetzmäßigkeiten ist es bisher nicht gelungen, eine Ursache zu finden; es ist schwer, sie in Beziehung zur Landschaft zu setzen; das Klima läßt sich für eine Erklärung jedenfalls nicht in Anspruch nehmen (Vavilov 1925, S. 240).

Poly- oder monophyletisch?

Ein Blick auf die Verteilung der Kulturpflanzen auf die altweltlichen Zentren zeigt, daß eine ganze Anzahl, darunter einige der wichtigsten, ein doppeltes Mannigfaltigkeitszentrum aufweisen: Abessinien und Südwestasien (Tab. 8). Dazwischen liegt der östliche Teil des Mediterranzentrums, zu dem auch Unterägypten, Syrien und das westliche Kleinasien gehören. Es ist heute kein Zweifel, daß hier in der Tat zwei getrennte Zentren der Formbildung ein und derselben Art ge-

Tabelle 8. Kulturpflanzen mit doppeltem Verbreitungsgebiet

mediterran		west-asiatisch
Lens esculenta		
Vicia faba		
Pisum sativum	großblütig *Pisum asiaticum*	kleinblütig
„ *arvense*	großfrüchtig	kleinfrüchtig
Lathyrus sativus	großsamig	kleinsamig
Licer arietina		
Cinum usitatissimum		

	mediterran	asiatisch-europäisch
Avena	*sterilis* (*Ludoviciana*)	*fatua*
	byzantina	*saliva*
Hirse	*Andropogon Sorghum*	*Panicum miliaceum*
	Setaria italica	
Ricinus	*communis* großfrüchtig	*R. persicus* Por. kleinfr.

	Abessinien + mediterran	Südwest-Zentralasien bis Europa
Triticum	*turgidum*	*vulgare*
	durum	*compactum*
	polonicum	*sphaerococcum*
Hordeum	höhere Spelzgersten	zwergige und Nacktgersten

	neue Welt	alte Welt
Phaseolus	*vulgaris*	*Mungo*
	multiflorus	*calcaratus* u. a.
	lunatus	
Fragaria	*virginiana*	*vesca*
	chiloensis	*collina*
		elatior
Vitis	*Labrusca*	*vinifera*
	riparia	
	rupestris	
Gossypium	*hirsutum*	*herbaceum*
	barbadense	*arboreum*

funden wurden, und es entsteht die Frage, wie diese Erscheinung zu erklären ist. Denn das phylogenetische Bedürfnis bleibt, wie schon einmal erwähnt, bei einem bloßen Nebeneinanderstellen verschiedener geographisch getrennter, hypothetischer Ausgangsformen unbefriedigt, weil die Fülle gemeinsamer Züge in den beiden jeweiligen Formengruppen unabweisbar auf einen weiter zurückliegenden gemeinsamen Ursprung hinweist.

Man könnte annehmen, der wilde Urtypus selbst habe eine Verbreitung über das ganze in Frage kommende Gebiet gehabt; er sei dann an den sehr entfernt liegenden heutigen Mannigfaltigkeitszentren in Kultur genommen und habe dabei den oben geschilderten Formreichtum an zwei Stellen, unabhängig voneinander, entwickelt — die Kulturform ist im wahren Sinne polyphyletisch. Diese Annahme dürfte für manche Leguminosen zutreffen — überhaupt für viele der Formen, welche teils dem mediterranen, teils dem südwestasiatischen Formenkreis zugehören. Im Falle des Weizens und der Gerste, bei welchen einerseits die geographische Trennung, andererseits aber auch die genetische Übereinstimmung sehr groß ist, ist sie höchst unwahrscheinlich.

Dagegen läßt sich bei diesen die Erscheinung in anderer Weise befriedigend erklären. Ausgehend 1. von der Tatsache, daß das heutige Areal der Wildgetreide in das genannte Verbindungsgebiet in Vorderasien fällt, 2. von der Annahme, daß (beim Weizen) die diploide Form die primitivere ist, wird der Ausgangspunkt der Art (der Wildart im natürlichen Entwicklungsprozeß) in Vorderasien zu suchen sein. Von hier aus hat sie sich verbreitet, bis sie im Süden in Abessinien, im Osten im innerasiatischen Hochland an eine klimatische Grenze ihrer Ver-

breitung kam, die sie nicht zu überschreiten vermochte. Sie staute sich — und weil nun die Formen am Weiterwandern verhindert waren, entstand das, was Vavilov ein Mannigfaltigkeitszentrum nennt — an der Peripherie des Gesamtverbreitungsareals. Daß die Gerste hierbei ihre östliche Grenze weiter ausstreckte als der Weizen, kann nicht wundernehmen; ist sie doch auch in ihrer rezenten Verbreitung überall über die Grenzen des Weizenareales hinausgegangen.

Nur in diesem Sinne sind Weizen und Gerste polyphyletisch.

Für diesen Zusammenhang sprechen auch die ethnographischen und historischen Tatsachen, wie bei Weizen näher gezeigt werden soll (siehe S. 101 u. 165 und Schiemann 1931).

5. Verbreitung

Die Verbreitung der Kulturpflanzen von ihren Ursprungszentren aus ist nach Zeit und Umfang sehr verschieden gewesen. Sicherlich brachten die großen Wanderungen in prähistorischer Zeit, welche wichtige Bestandteile der europäischen Menschenrassen nach Europa führten, auch die wichtigsten Kulturpflanzen mit. Während China erst vom 2. Jahrhundert ab aus seiner Isolierung heraustritt, ist Südwestasien seit den ältesten Zeiten stets in Kontakt mit dem Westen gweesen und hat zu einer Verbreitung und Mischung der Kulturpflanzen wesentlich beigetragen.

So kamen in prähistorischer Zeit Weizen und Gerste, Lein und verschiedene Leguminosen als erste und älteste Kulturpflanzen nach Mittel- und Westeuropa (Pfahlbauten).

Sehr eigenartig hat sich das abessinische Zentrum verhalten. Trotz seines großen Reichtums an endemischen Kulturpflanzen hat es der Weltkultur an bedeutenden Gaben nur die Emmer- und Hartweizen gegeben (siehe dort). In frühester Zeit stand die Tür dabei nach verschiedenen Seiten offen (Ägypten, Arabien). Die *durum*-Weizen strömten einzig nach Norden ab. Dann aber scheint sich das abessinische Hochland verschlossen zu haben, so daß es in folgender Zeit weder seine spezifischen Schätze, alte wie neue (vgl. das bei Emmer Gesagte, ebenso Tef und Niger S. 56), weitergab, noch fremden Kulturgewächsen Eingang gewährte. Vavilov gibt an, daß viele asiatische und europäische Obstbäume, Gemüse und Futterpflanzen weitester Verbreitung hier fehlen.

Es folgt dann in frühhistorischer Zeit bis in die Zeiten der Völkerwanderung die Ausbreitung von Roggen, Hafer (Bronzezeit), Rüben, Kohl, Obst und Futterkräutern. Als im 10. bis 12. Jahrhundert die Kreuzzüge noch einmal einen direkten Kontakt mit dem Orient bringen, waren die Quellen bereits im wesentlichen erschöpft, die Grundlage für unsere heutige landwirtschaftliche und Gartenkultur, soweit sie auf altweltlichem Material beruhen, bereits gelegt. Diese Zeit bereichert die europäische Kultur am ehesten noch um Gewürze, Gemüse und Obst. Amerika öffnet sofort seit 1492 die Tore zu Hin- und Wiedergabe; Europa verdankt ihm nach de Candolle etwa 50 von 250 = 20 % seiner Kulturpflanzen (neuere Statistik liegt nicht vor). Nach Schweinfurth (1922) hat die neue Welt Afrika nicht weniger als 30 % aller dort heute gebauten Kulturgewächse gegeben, während es selbst nur etwa 10 Arten direkt und etwa 15 durch Vermittlung anderer Länder an Amerika geliefert hat. Als Brücke hat der Austausch Brasilien—Westindien $\leftrightarrows$ Ober- und Niederguinea gedient, vermittelt vor allem durch den von den Portugiesen betriebenen Sklavenhandel. Obgleich die Afrikaner (Neger) den Amerikanern (Indianern) in der Landwirtschaft überlegen sind und waren, sind also weit mehr Kulturpflanzen von Amerika nach Afrika gewandert als umgekehrt. Schweinfurth sieht die Ursache hierfür

darin, daß Afrika besser für den Hackbau geeignet ist, für den gerade die amerikanischen Pflanzen wie Manihot, Batate, Erdnuß sich vorzüglich eignen.

Ein Teil der amerikanischen Kulturpflanzen ist so zunächst an Afrika abgegeben und erst auf dem Umwege über Ostindien und den Orient nach Europa gekommen, so vor allem Mais und Tabak (siehe Tab. 9).

Tabelle 9. Kulturpflanzenaustausch zwischen Afrika und Amerika; zusammengestellt nach SCHWEINFURTH (1922), etwas ergänzt.

I. Afrika an Amerika direkt

		Wild in
Musa paradisiaca . . .	Banane	SO-Asien, Ozeanien, urzeitlich Afrika; im 16. Jahrh. nach Amerika
Dioscorea alata	Yamswurz	Afrika; im 16. Jahrh. nach Amerika,
Canavalia ensiformis . .		Ostafrika, Sansibar, Mozambique — SW-Asien: Yemen
Vigna sinensis		Asien; Afrika, Abessinien
Cajanus indicus	Strauchbohne Kongo-,Angolabohne	oberer Nil; kultiviert im tropischen Asien u. Afrika
Tamarindus indicus . .		tropische Wälder Afrikas, Indiens? nirgends kultiviert
Andropogon Sorghum . .	Durrha-Hirse	Afrika (von 35 Arten 5 nach Amerika STAPF) .
Elaiis guinensis	Ölpalme	trop. Afrika, Senegal bis große Seen; spontan nach Südamerika und dort verwildert
Phoenix dactylifera . .	Dattelpalme	Afrika (importiert aus Mesopotamien, Algerien und Marokko)

II. Afrika an Amerika durch Vermittlung anderer Länder

		Wild in	Verbreitet in	Nach Amerika
Coffea arabica	Kaffee	Abessinien	Afrika, Asien, Europa	Neuzeit
Saccharum officinarum	Zuckerrohr	Ostindien	trop. Asien	16. Jahrhundert
Oryza sativa	Reis	trop. Afrika	Ostindien	
Sesamum indicum . .	Sesam	unbekannt	Asien	
Ficus carica	Feigenbaum	Abessinien, Yemen	Mediterran	
Cucumis Melo	Melone	Sudan, Abessinien	Nordafrika, Südasien	
Citrullus vulgaris . . .	Wassermelone	Steppen von trop. und Süd-Afrika		nach CARRIER indigen?!
Lagenaria vulgaris . .	Flaschenkürbis	trop. Afrika, Asien	alte Welt	vor Entdeckung
Luffa cylindrica . . .	Luffa			
Momordica charantia .				
Vicia faba	Saubohne	N-Afrika SW-Asien	Europa	
Solanum macrocarpum				durch Sklaven in 1. Zeit nach der Entdeckung
Solanum Gilo		trop. Afrika		do., verwildert in Brasilien
Aloë vera		Arabien		seit 1596 als Mediz.-Pflanze völlig verwildert auf westind. Archipel
Reseda odorata . . .		Afrika		

III. Amerika an Afrika

		Aus	Vermittlung	auch an Europa (+)
Zea Mays	Mais	Chile bis Mexiko	Columbus	+ ü. d. Orient
Manihot utilissima	Maniok	trop. Amerika	heute ++ wichtige Kultur für Afrika	
Ipomoea Batatas	Batate			
Solanum tuberosum	Kartoffel	Peru-Chile		+
Helianthus tuberosus	Topinambur	Britisch-Nordamerika	17. Jahrh.	+
Helianthus annuus	Sonnenblume	Nordamerika	Sklavenverkehr	+
Dioscorea cayennensis		Guayana		
Maranta arundinacea	(arrow-root)			
Phaseolus lunatus	Limabohne	Brasilien	Sklavenhandel Guinea	
„ *vulgaris*	Speisebohne			+
„ *multiflorus*	Feuerbohne			+
Cucurbito pepo	Kürbis	Columbien bis Mexiko	über Europa	+
„ *moschata*	„			+
„ *maxima*	„	Peru-Bolivien		+
Lycopersicum esculentum	Tomate	Mexiko-Peru	erwähnt bei	+
Arachis hypogaea	Erdnuß	Brasilien	Bauhin (heute ++ verbreiteter Hackbau in Afrika)	
Cocos nucifera	Kokos	amer. + asiat.		
Ananassa sativa	Ananas	Mexiko-Guayana		+
Opuntia Ficus indica	Feigenkaktus	Mexiko		+ (medit.!)
Fragaria virginiana	Erdbeere	atlant. Nordamerika	über Europa	+
„ *chiloensis*	„	pazif. Südamerika	„ „	+
Capsicum annuum	Pfeffer	Brasilien-Mexiko		
Vanilla planifolia	Vanille			
Folgen Farbstoffe, Gerbstoffe, Medizinalpflanzen.				
Nicotiana Tabacum	Tabak	Mittel- und		+
„ *rustica*		Nordamerika		
Theobroma Cacao	Kakao	Yukatan, Zentral-Amerika		
Gossypium barbadense	Baumwolle	Zentral-Amerika		
„ *hirsutum*		Mexiko		
„ *peruvianum*		Südamerika		
Agave sisalana	Sisalhanf			
„ *americana*				
Castilloa elastica	Kautschuk	Zentral-Amerika		
Hevea brasiliensis		Brasilien		
Manihot glaziovii		„		

Was die Wichtigkeit der neuweltlichen Kulturpflanzen betrifft, so stellt der Mais nächst dem Weizen und neben dem Reis zur Zeit das wichtigste Weltgetreide dar. Die Kartoffel ist eines der Hauptnahrungsmittel in der gemäßigten Zone geworden. Unger (1857) findet bei einem Vergleich der beiden Hemisphären, daß die östliche etwa dreimal soviel Nahrungspflanzen liefert als die westliche. Dieses Übergewicht bezieht sich vor allem auf die Stärke und Salze liefernden Pflanzen (*amylacea* und *salina* nach Unger), mit anderen Worten auf Brotfrüchte und Gemüse, weniger auf Zucker und Säure liefernde (*dulcia* und *aci-*

dula), während bezüglich der Ölpflanzen (*oleosa*) sich beide Hemisphären die Wage halten. (Die heutigen Vergleiche dürften die Zahlen ein wenig verschieben.)

Der Mensch hat aus der ungeheuren Fülle der pflanzlichen und tierischen Organismen nur einen verschwindend kleinen Teil in Kultur genommen. DE CANDOLLE schätzt für Ende des 19. Jahrhunderts die Zahl auf ca. 250 bis 300 Arten von den 120 bis 140 000 Pflanzenarten und nur ca. 200 Tierspezies von vielen Millionen (S. 575, er hat 247 untersucht, 199 altweltliche, 45 amerikanische). UNGER (1857) rechnet sogar mit 800 bis 1000; seine Darstellung der Nahrungspflanzen allein behandelt 770 Arten. Eine neuere Statistik von STURTEVANT (1919) gibt 2897 Arten eßbarer Pflanzen an (siehe auch die Liste der „Sammlerpflanzen" bei MAURIZIO, S. 444—466). Heute dürfte die Zahl besonders mit Einbeziehung der in die Kultur aufgenommenen tropischen Nutzpflanzen weit überstiegen sein. Bei der Bedeutung, die auch die Gartenblumen — obwohl Luxusartikel — im Welthandel gewonnen haben, ist eine Abgrenzung und Schätzung der Zahl kaum mehr sinnvoll. Zweifellos sind auch heute noch viele Wildformen der Kultur fähig, so daß es nur darauf ankäme, weitere Arten richtig auszuwählen. Es ist ja bekannt, wie zur Zeit des Weltkrieges in Deutschland — und schließlich auch in manchem anderen Lande — in den Reservevorrat an Wildpflanzen hineingegriffen worden ist, um mangelnde Rohstoffe zur Deckung der Bedürfnisse von Lebensführung — und Kriegsführung — zu ersetzen. Das ist in allen Zeiten von Not und Hunger so gewesen. Manche Forscher haben darin überhaupt die Triebfeder zur Inkulturnahme der Wildgewächse sehen wollen (vgl. das diesbezügliche Kapitel bei MAURIZIO, S. 91ff., hier auch weitere Literatur). Daß darin ein Stück Wahrheit liegt, ist sicher. Die biologische Grundlage der Domestikation, die Variationsfähigkeit der Organismen ist heute genau so gegeben wie vor 6000 oder 10 000 Jahren am Anfang der Menschheitsgeschichte.

Spezieller Teil

I. Getreide

Getreide allgemein: Baur 1914. Becker-Dillingen 1924. Berkner 1927. Blaringhem 1921a u. b. Bleier 1930. Cook 1927. Eibl 1926. Fruwirth 1923 Bd, IV. Gassner 1913. Gradman 1909. Hegi Bd. 1. Host 1807, 1809. Hrozny 1914. König 1847. Koernicke 1889, 1908. Krause 1834—1856. Koernicke und Werner 1885. Larionow 1914. Link 1829. Matlakowna 1926. Mayr 1927. Metzger 1824. Netolitzky 1926. Raum 1928. Regel 1922. Relander 1908. Schindler 1928. Schulz 1911/12, 1912/13, 1913, 1916, 1920. Stapf 1910. Thellung 1918. Tschermak 1913, 1914a u. b, 1915, 1926. Vavilov 1913, 1914, 1918, 1925, 1929. Vilmorin 1880. Werth 1927.

IA. Weizen

Weizen: Aamodt u. Levine 1925. Aamodt 1922. Alefeld 1865. Clark, Martin u. Bell 1922. Arziszewski 1924. Atabekov 1925. Backhouse 1918. Baroulina 1923, 1924. Bataline 1885. Beijerinck 1884, 1886. Berkner u. Meyer 1927. Bertsch 1929. Biffen 1903, 1905, 1907, 1912, 1916. Blaringhem 1914, 1925, 1927. Bleier 1926, 1928. Boeuf 1928. Boshnakian 1917, 1922. Braungart 1897, 1902. Caporn St. Clair 1918. Christ 1879. Christiansen-Weniger 1929, 1930. Clark 1924. Dallatorre u. Sarnthein 1870, 1906. Dekaprelevich 1930. Drosdov 1923. Ducellier 1923. Duckart 1923. Engelbrecht 1928. Engledow 1914, 1920, 1923. Engledow u. Hutchinson 1925. Engledow u. Wadham 1925. Flaksberger 1908, 1910, 1913, 1914a u. b, 1915, 1925, 1926a u. b, 1929a u. b, 1930. Freeman 1919. Fruwirth 1916, 1918 u. Bd. IV. Hdb. Gaines 1907. Gaines u. Aase 1926. Gradman 1901, 1909. Harrington 1930. Hayes, Parker u. Kurtzweil 1920. Howard 1909, 1910, 1916. Huskins 1928a u. b. Jakoushkin 1922. Jenkins 1929. Ivanow 1922. Kagawa 1927, 1928, 1929. Kajanus 1923a, b u. c. 1927. Kalt u. Schulz 1919. Kihara 1919a u. b, 1921, 1925. Kihara u. Nishiyama 1928. Kintshuk 1929. Kiessling 1911. Kobelev 1928. Konstantinow 1930. Koernicke 1889, 1908. Kovarsky 1929. Krause 1911a u. b, 1914. Krause 1855. Langethal 1847, 1866. Larionov 1910, 1913, 1914. Leighty u. Boshnakian 1921. Levicki 1922a u. b. Liepin 1929, 1930. Ljubomirov 1927. Love u. Craig 1919, 1924. Malinowski 1916, 1918, 1925a, b, c u. d, 1926. Mall 1912. Martinet 1914. Mathis 1925. Mayr 1928. Mayer Gmelin 1917. Meister 1928. Miczinski 1924, 1927. Miège 1924, 1926, 1928. Melburne u. Thompson 1927. De Mol 1924. Möckel 1920. Nelson a. Birkeland 1929. Nikolaeva 1923. Nilsson-Ehle 1909, 1911, 1913. Nilsson-Leisner 1925. Orlov 1922. Pammer u. Ranninger 1908. Percival 1921, 1926, 1927, 1930. Philiptschenko 1927a u. b, 1928, 1929a u. b, 1930. Pissarev 1922. Raum u. Huber 1926. Regel 1922. Rode 1818. Sakamura 1918, 1920. Salmon u. Clark 1913. Sapehin 1927, 1928a u. b. Sarauw 1900. Sax 1918, 1921, 1922, 1923. Sax u. Gaines 1924. Scheibe 1926. Schiemann 1928. Schlatter 1893. Schrader in Hehn 1894 u. f. Schübeler 1820. Schulz 1912, 1913a u. b, 1914, 1915a, b, c u. d, 1916a u. b, 1918a u. b, 1920. Schweinfurth 1906a u. b, 1908a u. b, 1911. Schweizerische Anbaustatistik 1917, 1919, 1920. Seringe 1818. Snell u. Pfuhl 1930. Stebutt 1924. Stoletowa 1925. Stoll 1902. Stolze 1925. Tenkin 1925. Thompson 1925, 1926, 1930. Thompson u. Cameron 1928. Thompson u. Hollingshead 1927. Tschermak in Fruwirth Bd. VI u. 1927, 1928, 1929d. Tuteff 1929. Vakar 1930. Vavilov 1913a u. b, 1923, 1926—1927. Vavilov u. Jakoushkin 1925. Vilmorin 1850, 1880, 1883. Wacker 1918. Watkins 1925, 1927, 1930. Willkomm 1852. Willkomm u. Lange 1870. Wittmack 1881, 1890, 1926. Zade 1914. Zhukovski 1923a u. b.

Speltoiden: Åkerman 1920, 1923, 1927. Boshnakian 1923. Ducellier 1923. Håkonsson 1930. Kajanus 1923. Lathouwers 1924a u. b, 1920, 1928. Leighty u. Boshnakian 1921. Lindhard 1922, 1923, 1927. Möckel 1920. Müntzing 1930a u. b. Nilsson-Ehle 1917, 1920, 1924, 1927. Nilsson-Leissner 1925. Oehler 1930. Philiptschenko 1929. Vasiljew 1929. Vestergaard 1920. Watkins 1924, 1925, 1927. Winge 1924.

Weizen × Roggen: Backhouse 1916. Blaringhem 1922—1924. Bledsoe 1929. Firbas 1920. Gaines u. Stevenson 1922. Hoover 1929. Jesenko 1914. Karpetschenko u. Sorokina 1929. Kharitonov 1930. Kihara 1919, 1920. Leighty 1915. Leighty u. Taylor 1924.

Levitsky u. Benetzkaja 1930. Longley u. Sando 1930. Love u. Craig 1919a u. b. McFadden 1917. Meister 1921, 1923, 1930. Meister u. Tjumjakoff 1928. Melburne 1929. Nakao 1911. Popova 1929. Rimpau 1891. Thompson 1926. Tjumiakoff 1930. Tschermak 1901, 1931. Zalensky u. Doroshenko 1925.

Aegilops und Weizen × Aegilops: Bally 1919. Blaringhem 1923, 1925, 1926. Bleier 1926. Buchinger 1928. Cook 1913. Eig 1928. Fabre 1850. Jenkins 1929. Kagava 1927, 1928, 1929. Kattermann 1929. Karpetschenko u. Sorokina 1929. Kihara 1929. Leighty u. Sando 1927, 1928. Leighty, Sando u. Taylor 1926. Levitski 1929. Levicki u. Dutkiewiczowna 1923. Moldenhaver 1928. Percival 1926, 1928. Popova 1923, 1928, 1929. Sax 1921, 1924, 1927. Schiemann 1929, 1930. Stapf 1910. Trabut 1919. Tschermak 1913, 1914, 1927, 1929. Tschermak u. Bleier 1929. Vilmorin 1913.

a) Weizen allgemein

Übersicht über die Arten

Um zu einem Verständnis all der Einzelheiten zu kommen, die in der Stammesgeschichte der Weizen zu erklären sind und gleichzeitig die großen Linien, nach denen sie verlaufen sein muß, klar herauszuarbeiten, ist es zweckmäßig, den Weg, den die phylogenetische Forschung hier nahm, historisch zu verfolgen.

In der nach morphologischen Gesichtspunkten erfolgten systematischen Gliederung der Gattung *Triticum* Tourn. stellt Linné (1753 Species plantarum) unter die Kulturweizen die Arten: *monococcum*, *amyleum*, *Spelta*, *vulgare* (mit den Unterarten *aestivum*, *hybernum*, *turgidum*) und *polonicum*. In der folgenden Zeit werden noch weitere Arten, darunter *Tr. durum* Desf., beschrieben.

Mit Seringe beginnt eine Klassifizierung der verschiedenen Kulturweizensorten auf Ähren- und Kornmerkmale hin (1819); ihm folgt 1824 Metzger mit: Europäische Cerealien. 1850 bei L. de Vilmorin, der gleichfalls sein Augenmerk auf die Systematik besonders der kultivierten Weizen richtete, werden folgende Gruppen unterschieden:

A. Weizen:
   1. *Tr. vulgare* Vill. Gemeiner Weizen (froment ordinaire), umfassend Winter- und Sommerweizen;
   2. *Tr. turgidum* L., Englischer Weizen (gros blé, poulard);
   3. *Tr. durum* Desf., Bartweizen (blé dur);
   4. *Tr. polonicum* L., Polnischer Weizen (blé de Pologne).

B. Spelz und verwandte Arten:
   5. *Tr. Spelta* L., Spelz, Dinkel (épeautre, grand épeautre);
   6. *Tr. dicoccum* (Schr.), Schübl. Emmer, Amelkorn (amidonnier);
   7. *Tr. monococcum* L., Einkorn, Spelzreis (engrain, petit épeautre).

Wir bringen diese Einteilung, weil de Candolle ihr folgt (S. 447—464).

Er bespricht die einzelnen 7 Formen getrennt und kommt zu folgenden Resultaten: In Übereinstimmung mit Alefeld (1865) und gestützt auf die Kreuzungsresultate Vilmorins (1880) sieht er die Nacktweizen *vulgare*, *durum*, *turgidum* als eine spezifische Einheit an, die ihren Ursprung in prähistorischer Zeit in Westasien (Mesopotamien?) nahm. Von *Triticum vulgare* leitet er *Tr. Spelta* ab; *Tr. dicoccum* hält er für eine angebaute Rasse von *Spelta*, während er dem Einkorn wiederum spezifischen Wert zumißt. Endlich aber faßt er die Geschichte der Kulturweizen in folgenden Sätzen zusammen (S. 464): „Weizen würde sich zuerst in Asien gezeigt haben, dann die Spelzarten vielmehr in Osteuropa und Anatolien. Schließlich würde unter den Spelzen das *Tr. monococcum* die älteste Form sein, von welcher sich die anderen infolge einer seit mehreren tausend Jahren bestehenden Kultur und einer natürlichen Züchtung entfernt hätten."

So de Candolle noch 1883! Der in der Ableitung von *Tr. Spelta* und *dicoccum* — einmal von *Tr. vulgare*, einmal von *Tr. monococcum* — liegende Widerspruch ist meines Wissens nie beachtet worden.

Neben diesen Kulturformen von *Triticum*, die gewöhnlich als *Tr. sativum* zusammengefaßt werden, kannte man seit den Reisen von Link (1833) aus Kleinasien und vom Balkan einen dem *Tr. monococcum* sehr nahestehenden Wildtypus, *Tr. boeoticum*, dem sich seit 1854, von Balansa in Lydien und später wiederholt in Syrien, Mesopotamien und Persien gefunden, eine zweite, sehr verwandte Varietät, *Tr. Thaoudar* zugesellte. Diese ähnelten dem kultivierten Einkorn ganz außerordentlich, waren von ihm im wesentlichen nur durch brüchige Spindel, stärkere Begrannung und Behaarung und kleineres Korn unterschieden.

Während man aber außerdem seit langem neben der Kulturgerste eine Wildform mit brüchiger Spindel kannte, die von Koch als *Hordeum spontaneum* bezeichnet wurde, gelang es nicht, spontan wachsenden Weizen, der als die wilde Stammform des Saatweizens angesprochen werden konnte, zu finden. Indessen hatte bereits im Jahre 1855 Kotschy am Hermon ein Wildgetreide gefunden und als *Hordeum spontaneum* in sein Herbar eingereiht. Koernicke erkannte 1899, daß diese vermeintliche Gerste zu *Triticum* zu stellen sei; ihre morphologische Ähnlichkeit mit *Tr. dicoccum* erkennend, glaubte er in ihr die Stammform des Emmers zu sehen und benannte sie *Tr. dicoccoides*.

Der Fund wurde indessen nicht recht beachtet, bis 1906 ein jüdischer Arzt, Aaronsohn, der auf Veranlassung von Schweinfurth und Ascherson, die sich für die Frage interessierten, in Syrien und Palästina sammelte, die Pflanze am Hermon in 1900 m Höhe und hinunter bis ins Jordantal (— 190 m unter dem Meeresspiegel) wildwachsend wiederfand. Schweinfurth, dem er seinen Reisebericht und das gefundene Material übersandte, ging in seiner Deutung noch weiter als Koernicke, insofern er sie nicht nur als wilden Emmer, sondern gleichzeitig als Urweizen überhaupt ansprach (1908).

Auf Grund dieses durch die Wildweizen vervollständigten Materiales hat August Schulz (Halle), der sich in vielen Einzelstudien (siehe Literaturliste) mit der Geschichte der kultivierten Getreide beschäftigt und besonders das Ausgrabungsmaterial bearbeitet und mit berücksichtigt hat, in: die Geschichte der kultivierten Getreide (1913) einen Stammbaum des Weizens ausgearbeitet, der auf die morphologischen Merkmale aufgebaut ist. Bei sehr einheitlichem Bauplan der Gesamtähre zeigt sich eine Mannigfaltigkeit im einzelnen, die sich in zwei Linien der Variabilität unterteilen läßt. Die erste Einteilung berücksichtigt die Variabilität der Spelzen, Form der Ährchen in der Ähre, Zahl der Blüten im Ährchen, Aufbau des Halmes — Merkmale, die nach de Candolle[1]) als Konstitutionsmerkmale anzusehen sind. Hiernach sind drei Reihen zu unterscheiden, die Schulz als Einkorn-, Emmer- und Dinkelreihe bezeichnet. Die zweite Einteilung berücksichtigt die Ausbildung der Spindelfestigkeit bzw. Brüchigkeit und damit gleichsinnig der Konsistenz und des Zusammenschlusses der Spelzen. Auch hiernach sind drei Stufen zu unterscheiden, Wildformen, Spelztypen und Nackttypen, wovon die beiden letzteren seit Seringe als Hauptgruppen der Weizen galten. Nach Schulz ordnen sich, nach diesen beiden Gesichtspunkten betrachtet, die Weizen folgendermaßen in ein System (Schulz 1913, S. 21/22) (s. Stammbaum I, S. 70 u. Abb. 6).

Für Schulz war diese Aufstellung ein Stammbaum, d. h. der Ausdruck seiner Auffassung über die Phylogenie der Weizen.

Es fragt sich nun: In welcher Richtung ist die Entwicklung gegangen; welche der beiden Variabilitätsreihen vertritt die phylogenetische Linie. Ein Blick auf die anderen Getreidegruppen, besonders *Avena* (hier von Thellung

1) Der Begriff stammt ursprünglich von Nägeli, vgl. S. 24.

herausgearbeitet) und *Hordeum* zeigt, daß auch bei ihnen überall die zweitgenannte Linie Wildtyp→Spelztyp→Nacktttyp sich wiederholt. Überall sind im Gegensatz

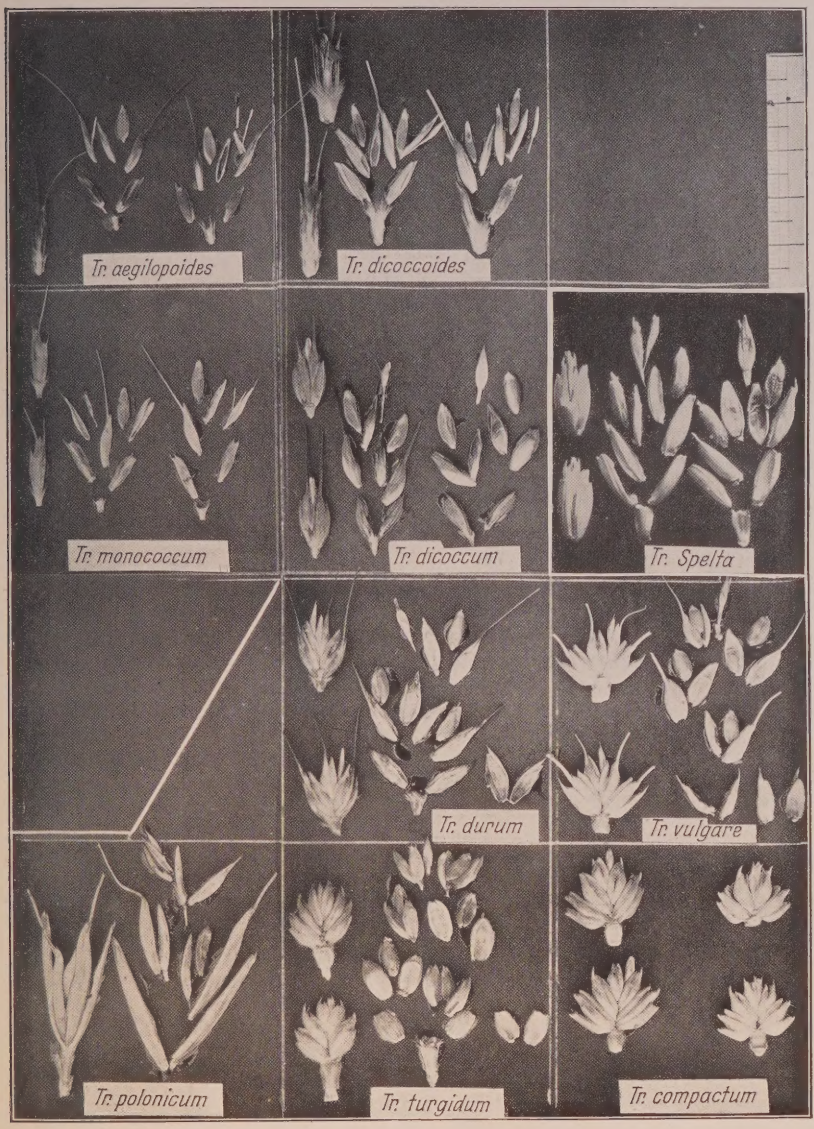


Abb. 6. Ärchentypen zur Illustration des Schulzschen Weizen-„Stammbaums". Original.

zu den Wildformen, die sich mit brüchiger Spindel, starrer Begrannung, starker Behaarung ganz den Wildgräsern einreihen, die hochentwickelten Kulturformen

Stammbaum I nach A. Schulz (1913)

	Stammart	Kulturformengruppen		
		Spelzweizen	Nacktweizen	
			normal	mißbildet
Einkornreihe	*Tr. aegilopoides*	*Tr. monococcum*	wohl nicht gezüchtet	wohl nicht gezüchtet
Emmerreihe	*Tr. dicoccoides*	*Tr. dicoccum*	*Tr. durum* → *Tr. turgidum* →	*Tr. polonicum* nicht bekannt
Dinkelreihe	nicht bekannt	*Tr. Spelta*	*Tr. compactum* *Tr. vulgare* *Tr. comp.* × *vulgare* = *capitatum*	nicht bekannt

durch wiederum gemeinsame Merkmale gekennzeichnet, die eine Beeinträchtigung der natürlichen Verbreitung zur Folge haben; trotz weitgehender morphologischer Unterschiede prägen sie der Gruppe einen einheitlichen Typus auf. Es kann somit diesen Merkmalen, da sie sich in weit entfernten Gattungen wiederholen, kein phylogenetischer Wert beigemessen werden. Auf dem Boden der Darwinschen Lehre stehend, wird man vielmehr in dieser innerhalb der morphologisch verschiedenen Formreihen sich vollziehenden gleichartigen Typenentwicklung eine Konvergenzerscheinung sehen, die durch die gleichen Ursachen, nämlich eine gleich gerichtete Selektion, bedingt ist (siehe S. 25 u. f.). Die phylogenetischen Zusammenhänge sind vielmehr nach de Candolle an denjenigen Merkmalen festzustellen, die von der Selektion unabhängig sind, den oben angeführten Konstitutionsmerkmalen an Halm und Spelzen (Blütenbau). Nach ihnen konnten auch *Tr. aegilopoides* und *dicoccoides* in die Einkorn- bzw. Emmerreihe eingestellt werden. Dieser zuerst von Schulz in aller Schärfe herausgearbeitete Stammbaum wurde von den Systematikern weitgehend anerkannt (Larionow, Flaksberger, Ascherson und Graebner, Vavilov u. a.). Der Weizen galt also seit A. Schulz (1913) als triphyletisch, jede Gruppe ausgehend von einem Wildtypus. Von der 3. Gruppe ist indessen die vermutete Stammform nicht gefunden worden.

Schulz hat dann in der genannten Schrift versucht, die Verbreitung dieser Formen in historischer und soweit möglich auch prähistorischer Zeit zu verfolgen und ein festumrissenes Bild über Verbreitung und Wanderung des Weizens entworfen. Wir werden im einzelnen auf seine Ansichten vielfach zurückkommen müssen, obwohl heute manches überholt und umgestoßen ist. Insbesondere bildete der Stammbaum seither für die Genetik die Grundlage weiterer Forschung, um so mehr als in den nächstfolgenden Jahren alle Arbeiten, von den verschiedensten Seiten und nach den verschiedensten Methoden ihn zu bestätigen schienen. Heute sehen wir in ihm den Ausdruck für eine Gruppierung nach morphologischen Gesichtspunkten, die aber nur mit Einschränkung gleichzeitig die phylogenetischen Beziehungen zum Ausdruck bringt.

Fast alle in Kap. 2 genannten Methoden haben sich in den Dienst der phylogenetischen Weizenforschung gestellt.

Cytologie

Die beste Bestätigung hat der Schulzsche Stammbaum[1]) durch die cytologische Untersuchung der *Triticum*-Arten gefunden, die von Sakamura (1918, 1920) und Sax (1918, 1921) gleichzeitig durchgeführt, besonders von Kihara weiter ausgebaut worden ist. Danach sind die drei Reihen durch die Zahl ihrer Chromosomen zu unterscheiden, wie aus Stammbaum II ersichtlich. Die scharfe Charakterisierung der drei Reihen durch die Chromosomenzahl ist weiterhin das

1) Aus Zweckmäßigkeitsgründen soll dieser Ausdruck zunächst beibehalten werden.

sicherste Mittel geworden, zweifelhaften Formen ihren Platz in diesem System anzuweisen. Das beste Beispiel ist *Tr. persicum* (Abb. 25a), eine von VAVILOV (1916) in Persien aufgefundene[1]) morphologisch den *vulgare*-Weizen äußerst nahestehende Form, deren abweichendes, den Emmern ähnliches Verhalten in Immunitätsfragen (siehe dort) ihre Zugehörigkeit zu *vulgare* in Zweifel ziehen ließ. Nun wurde cytologisch untersucht und die tetraploide Zahl festgestellt. Bei genauerer Prüfung fand sich dann auch eine Reihe morphologischer Merkmale, die bei Dinkelweizen ungewöhnlich und dieser Spezies eigen sind: extrem schmale Spindel, Rauheit des Kornes, Markhalmigkeit u. a.

Ebenso lassen sich manche Formen von *Tr. turgidum* nach ihren äußeren Merkmalen schwer von *Tr. vulgare* unterscheiden — die Bestimmung der Chromosomenzahl gibt alsdann die Entscheidung, weist die Formen in die Emmerreihe.

PERCIVAL hat in seiner großen Monographie des Weizens (1921) auf Grund von Merkmalen vegetativer Organe (Laub, Halm, Wurzel) die Spezies *pyramidale*, *orientale* und *sphaerococcum* abgetrennt; aber auch er hält fest an der Einteilung in die drei Reihen; von den beiden kurz- und dichtährigen Formen gehört *orientale* cytologisch zu den Emmern, *sphaerococcum* zu den Dinkeln.

So ist die Gattung *Triticum* ein sehr charakteristisches Beispiel einer polyploiden Reihe geworden. Damit gestaltet sich der „Stammbaum" unter Einbeziehung der bis 1929 aufgestellten Arten folgendermaßen:

Stammbaum II nach FLAKSBERGER 1929, S. 109

Monococca Einkorn-Reihe $n = 7$	*Dicoccoidea* Emmer-Reihe n = 14	*Speltoidea* Dinkel-Reihe n = 21
Tr. aegilopoides BAL.	*Tr. dicoccoides* KCKE.	
Tr. Thaoudar REUT.	*Tr. Timopheevi* ZH.	
Tr. monococcum L.	*Tr. dicoccum* SCHÜBL.	*Tr. Spelta* L.
	Tr. durum DESF.	*Tr. vulgare* VILL.
	Tr. turgidum L.	*Tr. compactum* HOST
	Tr. pyramidale (DEL.) PERC.	*Tr. spaerococcum* PERC.
	Tr. orientale PERC.	
	Tr. polonicum L.	
	Tr. persicum VAV.	

FLAKSBERGER hat der SCHULZschen Reiheneinteilung durch die lateinischen Sektionsbezeichnungen: *Monococca*, *Dicoccoidea*, *Speltoidea* — nach einem nicht glücklichen Versuch von KAJANUS, die Emmer- und Dinkelreihe als „Arten" mit *Tr. acuminatum* und *Tr. obtusatum* zu bezeichnen — nur noch internationale Form gegeben. Er fügt die lateinischen Diagnosen der Reihen hinzu, so daß die Einbürgerung der vorgeschlagenen Bezeichnungen keine Schwierigkeiten haben dürfte.

Für den phylogenetischen Sinn der Polyploidie sind zwei Deutungen möglich, die durch die Begriffe Autopolyploidie und Allopolyploidie gegeben sind. Für Autopolyploidie sprechen „polymere (multiple) Faktoren", unter denen die drei gleichsinnig wirkenden Faktoren für die rote Kornfarbe des Weizens nach den Untersuchungen von NILSSON-EHLE das klassische Beispiel geworden sind (siehe S. 39 u. 79). Auf Alloploidie weisen die cytologischen Verhältnisse bei Art- und Gattungs-kreuzungen. Auf beides wird später einzugehen sein.

Kreuzbarkeit und Fertilität der Bastarde

α) Kreuzbarkeit.

Zeitlich vor diesen cytologischen Untersuchungen liegen die Versuche, auf experimentell-genetischem Wege die Verwandtschaftsverhältnisse bei *Triticum* aufzudecken. Ihre Resultate sind vielfach weniger eindeutig.

1) In europäischen Sammlungen bereits bekannte Form.

Wie bereits erwähnt (siehe S. 11, Methoden) hat TSCHERMAK in seiner Arbeit: Die Verwertung der Bastardierung für phylogenetische Fragen in der Getreidegruppe (1914), die Kreuzbarkeit der Weizenarten und die verschiedene Fruchtbarkeit ihrer Bastarde als Maß für den Grad ihrer Verwandtschaft verwertet, indem er damit alten Anschauungen, so z. B. bei VILMORIN und DE CANDOLLE ausgesprochen, Ausdruck gab. Es ist aber schon gezeigt, daß dieses Merkmal nur beschränkt als Kriterium für den Verwandtschaftsgrad verwendet werden darf. TSCHERMAK stellt die bis 1914 bekannt gewordenen Versuche früherer Forscher und eigene zusammen. Hiernach beurteilt, wurde zunächst die SCHULZsche Reiheneinteilung aufs schönste bestätigt. Kreuzungen innerhalb der Reihen gelingen leicht, nicht so zwischen Gliedern der verschiedenen Reihen. Vor allem geht aus der Schwierigkeit der Kreuzung die Sonderstellung von *Tr. monococcum* hervor. Kreuzungen mit *monococcum* sind nur wenigen gelungen; die neueste Zusammenstellung bei BLEIER (1928), hier auch vollständige Literatur; siehe Tabelle 11 letzte Spalte. Negatives Resultat geben an: VILMORIN (nach DE CANDOLLE negativ in vier Jahren bis 1883); positives BLARINGHEM, wenn *monococcum* als Weibchen, umgekehrt VAVILOV, wenn es als Männchen verwendet wurde, während bereits BEIJERINCK die Kreuzung in beiden Richtungen gelang; ebenso den späteren Experimentatoren. TSCHERMAK gelang die Kreuzung mit allen anderen Weizenarten.

Ältere Versuche verliefen, worauf auch BLEIER (S. 328) hinweist, meist negativ; in späterer Zeit wurden mehr positive Resultate erzielt, die Bastarde aber waren völlig steril; neuerdings wird vielfach über eine gewisse Fertilität berichtet. Daraus ergibt sich, daß der Erfolg in hohem Maße eine Frage der Methodik und des Versuchsumfanges ist.

Am meisten Erfolg hat KIHARA gehabt, dessen Zahlen — um einen Maßstab für die geringe Größe des Erfolges zu geben — hier wiedergegeben seien; im allgemeinen ist über die Anzahl vergeblicher Bestäubungen keine Angabe gemacht worden.

Tabelle 10. Erfolg der Bestäubung zur Erzeugung von Einkorn-Bastarden, nach KIHARA 1924, Tab. 1

	Bestäubt Blüten	Anzahl Samen	Gekeimt
dicoccum × *monococcum* .	16	10	9
	30	16	4
	15	10	—
dicoccum × *aegilopoides* .	20	2	1

Die Pflanzen zeigen starke Dominanz des *monococcum*-Typus, aber in sehr verschiedenem Maße; vielfach wird über Heterosis berichtet.

Leichter gelingen Kreuzungen zwischen Gliedern der Emmer- und der Dinkel-Reihe; es liegt hierüber eine so große Literatur vor, daß auf die Darstellungen bei TSCHERMAK in FRUWIRTH und vor allem bei KAJANUS (1927) und BLEIER (1928) verwiesen werden muß.

THOMPSON berichtet (1926), daß Versuche, den rostfesten Emmer „Khapli" mit *vulgare* zu kreuzen trotz häufiger Wiederholungen mißlangen, während gleichzeitig oft andere *dicoccum*-Sorten mit Erfolg mit *vulgare* gekreuzt wurden und ± fertile Bastarde gaben. Er zieht daraus den Schluß, daß die Kreuzbarkeit kein Maß für Verwandtschaft ist.

β) Fruchtbarkeit

Von der Kreuzbarkeit, der Möglichkeit, den Bastard herzustellen, scharf zu unterscheiden ist die Fertilität bzw. Sterilität des Kreuzungsproduktes. Daß Sterilität bei Weizen-Artkreuzungen auftritt, ist heute durch die verschiedene

Tabelle 11. Fertilität in *monococcum*-Kreuzungen

			Gelungene Bestäubung	Anzahl Samen	Gekeimt	Fertilität	
Blaringhem	*monococcum* × *durum*		—	3	3	2 ±	1914 [2])
„	„ × *polonicum*		—	—	—	—	1914
„	*Spelta* × *monococcum*		—	1	—	—	1925
Beiyerinck	*monococcum* × *dicoccum*		—	—	—	—	1884, 1886
„	*dicoccum* × *monococcum*		—	—	—	—	
Biffen	*monococcum* × *turgidum*		—	—	—	—	1905, 1907
Kihara	*aegilopoides* × *monococcum*		—	16	15	—	1926—27
„	*monococcum* × *aegilopoides*		—	15	5	—	1926—27
„	*aegilopoides* × *dicoccoides*		25/von 56 Bl.	25	16	2 K.	1926
„	*dicoccoides* × *aegilopoides*		19/30	19	16	1 K	—
„	*aegilopoides* × *turgidum*		—	26	23	—	—
„	*turgidum* × *aegilopoides*		—	26	24	—	1926/27
„	*dicoccum* × „		—	25	25	—	1926/27
„	„ × *monococcum*		36/61	26	13	—	1920/22
„	*Spelta* × *aegilopoides*		—	5	5	—	1926
„	„ × „		—	20	8	—	1926/27
„	*aegilopoides* × *Spelta*		—	14	0	—	1926/27
„	*Spelta* × *monococcum*		—	3	3	—	1926/27
„	*monococcum* × *Spelta*		—	8	1	—	—
Koernicke	*aegilopoides* × *sativum*		spontan	—	—	—	1908
„	*monococcum* × „		„	—	—	—	1908
Lewicki	*polonicum* × *monococcum*		—	5	—	—	1922
Melbourne u. Thompson	*Spelta* × *monococcum*		—	—	1	—	1927
Miczynski	*polonicum* × *monococcum*		—	—	1	—	1918
„	*dicoccoides* × *monococcum*		—	—	1	1 K.	1924
Percival	*dicoccum* × *aegilopoides*		—	—	—	—	1921
Sax	*monococcum* × *turgidum*		—	—	—	—	1922, 1923
Schiemann	*monococcum* × *vulgare*		—	7	7	F_1-900 Bl.—	1924 unveröffentlicht
„	*vulgare* × *monococcum*		—	1	1	F_1-250 Bl.—	1924 „
Thompson	*dicoccum* × *monococcum*		—	—	—	—	1926
„	*monococcum* × *turgidum*		—	—	—	4 K.	1926
Tschermak	*dicoccoides* × *monococcum*		—	—	—	—	1913 u. 4. Aufl. Fruw. S. 199
„	*durum* × „		—	—	—	13 K. [1]) spontan	1913, 1914
„	*monococcum* × *turgidum*		—	—	—	—	1913, 1914
„	*monococcum* × *vulgare*		—	—	—	1 K.	F_1 × *vulg.* 1907, 1913,
						1 K.	F_1 × *mon.* 1914
Vavilov	*vulgare* × *monococcum*		—	—	—	1 K.	1913
Vavilov u. Jakouschkina	*monococcum* × *persicum*		—	25	25	5 K.	1925

1) Bei Rückkreuzung mit Elterpollen je 1 Korn.

2) In folgenden Generationen zunehmende Fertilität; gibt 1925 *monodurum*.

Chromosomenzahl ohne weiteres verständlich und von KIHARA gerade am Beispiel des Weizens in klassischer Weise exemplifiziert. Vor dieser Zeit liegende Erörterungen sind deshalb von diesem Gesichtspunkt aus zu beurteilen. Was aber mit den Zahlenunterschieden nicht ohne weiteres zu erklären ist, das sind die Unterschiede im Grade der Sterilität je nach der Art des verwendeten Weizens.

Die Kreuzungen mit *monococcum* geben nach übereinstimmender Angabe völlig sterile Bastarde. Die wenigen Körner sind wohl alle auf Fremdbestäubung zurückzuführen (Rückkreuzung) — so sicher nach BLEIERS cytologischer Feststellung BLARINGHEMS *monodurum* mit n = 14 Chr., und einige Angaben bei TSCHERMAK (1914); siehe Tabelle 11.

Setzt man für die Abstufungen der Fertilität die Zahlen 0—5: 0 = völlig steril; 1 = fast völlig steril; 2 = stark abgeschwächt fertil; 3 = abgeschwächt fertil; 4 = etwas eingeschränkte Fertilität; 5 = völlig fertil, so lassen sich die Angaben v. TSCHERMAKS in folgendem Schema veranschaulichen:

Tabelle 12. Fertilität der Artbastarde nach den Angaben von v. TSCHERMAK 1914

♀ \ ♂	Einkorn	*dicoccoides*	Spelz (Emmer)	Nackt (Emmer)	*polonicum*	Spelz (Dinkel)	Nackt (Dinkel)
Einkorn	5	—	1	1	—	0	0
Emmer: *dicoccoides*	—	—	4	—	—	—	—
Emmer: E-Spelz	1	—	—	3	—	3	2
Emmer: E.-Nackt	1	—	3	5	—	3/5	5
Emmer: *polonicum*	—	—	—	5	—	—	4
Dinkel: D.-Spelz	0	—	3	3/5	—	5	5
Dinkel: D.-Nackt	0	—	2	5	—	5	5

Bei den Emmer- × Dinkelbastarden zeigt sich nach v. TSCHERMAK demnach eine Abstufung der Fertilität, die nicht so sehr durch die Reihenzugehörigkeit bestimmt ist, sondern auf eine engere Beziehung zwischen den Spelztypen beider Reihen, sowie den Nackttypen beider Reihen hinweist; enger als die zwischen Spelztypen der einen mit den Nackttypen der anderen Reihe. Auffallend ist, daß für die Kreuzung Emmer-Spelz × Emmer-Nackt abgeschwächte, dagegen für Emmer-Nackt × Dinkel-Nackt völlige Fertilität angegeben wird. Die Erfahrungen anderer sind z. T. abweichend. So sind die Resultate von HAYES, PARKER und KURTZWEIL nicht konform mit TSCHERMAKS Speziesbastardierungshypothese, worauf GRIFFEE (1921) hinweist; ebensowenig wird sie durch spätere Kreuzungen von KAJANUS zwischen *turgidum* und *vulgare*, KIHARA zwischen *durum* und *vulgare* bestätigt (weitere Beispiele bei BLEIER 1928); diese sind nicht fruchtbarer als die Kreuzungen *vulgare* × *dicoccum*. Ein Beispiel bei MALINOWSKI gibt für F_1 *vulgare* × *dicoccum* an: durchschnittlich 10 bis 20 Körner pro Ähre bei 22 bis 26 Ährchen.

Heute gilt als Regel, daß Kreuzungen innerhalb der Reihen fertil sind, interseriale Kreuzungen abgeschwächt fertil.

Für *dicoccoides* gibt TSCHERMAK (1913) an: Kreuzung mit *dicoccum* ebenso leicht gelingend und ebenso fertil wie mit *Spelta*; BLEIER zitiert daher „vollfertil"; 1914 steht die Kreuzung unter der Rubrik „abgeschwächt fertil" mit dem

Vermerk „etwas eingeschränkte Fertilität, ebenso mit allen anderen Weizen". Vavilov dagegen bezeichnet die Fertilität in *dicoccoides* × *dicoccum*-Kreuzung als stark herabgesetzt — auch noch in späteren Generationen. Er deutet dies auf eine Sonderstellung von *dicoccoides* (vgl. S. 99).

In diesem Zusammenhang ist es von Interesse, daß die Kreuzung *Tr. Spelta* × *vulgare* so leicht gelingt und ebenso fruchtbar ist, wie die zwischen *vulgare*-Formen (wir kommen darauf zurück). Endlich kommen aber auch *vulgare* × *vulgare*-Kreuzungen mit abgeschwächter Fertilität vor.

Die Sterilität der Bastarde hängt mithin neben der Chromosomenzahl augenscheinlich auch von derselben Ursache ab, wie das ± schlechte Gelingen der Kreuzung überhaupt, nämlich von der Inkompatibilität der Genome, die im Bastard zusammentreffen, bzw. zwischen Plasma und artfremdem Genom, womit die reziproken Verschiedenheiten zu erklären wären, sofern sie sich auf die Dauer bestätigen sollten. Hier ist am ehesten ein Maß der Verwandtschaft zu suchen, doch werden die Unterschiede stark gerade durch die Störungen infolge verschiedener Chromosomenzahl, andererseits modifikativ durch Außeneinflüsse getrübt. Tschermak weist in einem anderen Zusammenhang darauf hin, daß bei Selbstbefruchtern unter Umständen eine Befruchtung ganz ausbleiben kann, obgleich ein gewisser Prozentsatz guten Pollens vorhanden ist, weil sich Antheren mit verhältnismäßig wenig lebenden Pollenkörnern vielfach nicht öffnen (1926).

Die Schulzsche Reihentheorie: drei Reihen mit starker Sonderstellung der Einkornreihe wird also durch das Kriterium der Kreuzbarkeit und Fertilität der Bastarde im wesentlichen gestützt. Dagegen scheinen innerhalb der Emmer- und innerhalb der Dinkelreihe, soweit dies Maß anwendbar ist, die phylogenetischen Beziehungen komplizierter zu sein, als es in der ersten Periode der Bastardanalyse schien.

Die in der Literatur verstreuten Beobachtungen über diese Fertilitätsunterschiede sind so ungleich gemacht, haben sich unter so verschiedenen Voraussetzungen abgespielt, daß man sie nur schwer miteinander vergleichen kann; die Auswertung derselben zu phylogenetischen Zwecken erscheint deshalb aus methodischen Gründen nicht zulässig. Es wäre aber lohnend, die Basis für diese Fragestellung durch neue Experimente sicherer zu stellen.

Serologie

Weiterhin ist von Zade (1914) auf serologischem Wege die Schulzsche Reiheneinteilung und die Ableitungsfolge bestätigt worden. Es reagieren gleichartig die Arten *Tr. vulgare* (in mehreren Sorten verwendet), *Tr. compactum* und *Spelta* — ebenso eine 2. Gruppe unter sich: *Tr. polonicum, durum, turgidum* und *dicoccum*, an die sich noch die von Aaronsohn aus Palästina mitgebrachte Form von *Tr. dicoccoides* schließt, m. a. W. die Reihenglieder untereinander.

Dagegen nimmt *Tr. monococcum* eine Sonderstellung ein, indem es mit allen anderen Arten bedeutend schwächer reagiert, ohne daß indessen — wie Zade meint, weil die Anzahl der Untersuchungen zu klein war — die Emmer- und Dinkelreihe sich durch ihre Reaktion mit Einkornserum und umgekehrt unterscheiden lassen. Als Beispiel sei die Reaktion auf *Tr. vulgare*-Serum bei den beiden charakteristischsten Verdünnungen 1 : 20 und 1 : 30 angeführt (siehe Tab. 13).

Besonders deutliche Unterschiede — im Sinne der Theorie — zeigt die *dicoccum*-Reaktionsreihe (siehe Tab. 14).

Bemerkenswert ist, daß *Tr. turgidum*, das in morphologischer Hinsicht *vulgare* sehr nahe steht, sich mit seiner Reaktion durchaus in die Emmerreihe stellt. Zade glaubt auch aus den geringen Unterschieden, die *polonicum* gegenüber

Tabelle 13. Aus Zade 1914, S. 134

Serum von *Tr. vulgare*; Verdünnung	Präzipitierende eiweißhaltige Lösung von							
	T. s. vulgare (homolog)	*T. s. compactum*	*T. s. durum*	*T. s. turgidum*	*T. polonicum*	*T. Spelta*	*T. monococcum*	*T. dicoccum*
1 : 20	4+	5+	7+	7+	7—8+	5+	9+	7+
	7++	10++	15++	14++	15++	11++	20++	13++
	11+++	15+++	23+++	24+++	24+++	16+++	35+++	23+++
1 : 30	7—8+	10+	15+	15+	12—16+	9—10+	15—20+	14+
	15+	22++	38++	40++	40++	20—22++	55++	37++
	25+++	38+++	60+++	60+++	60+++	36—38+++	60++	55—60+++

Tabelle 14 ebenda.

Serum von *T. dicoccum*; Verdünnung	Präzipitierende eiweißhaltige Lösung von							
	T. dicoccum (homolog)	*T. s. vulgare*	*T. s. compactum*	*T. s. durum*	*T. s. turgidum*	*T. polonicum*	*T. Spelta*	*T. monococcum*
1 : 10	1+	3—4+	3+	2+	2+	2+	3+	3—4+
	2+++	6—7++	6++	4++	4++	4++	6++	10++
	—	9—10+++	9+++	5+++	5+++	5+++	9+++	14+++
1 : 25	4+	10+	10+	6—7+	7+	7+	10+	17—18+
	7++	22++	20++	16++	17++	17++	20++	35++
	14+++	45—50+++	40—50+++	28+++	30+++	30+++	45—50+++	60++
1 : 35	6—8+	20—25+	20—25+	12+	14+	14+	20—25+	40—45+
	15++	60+	60+	45++	45++	45++	60+	60+
	31+++	—	—	60++	60++	60++	—	—
1 : 40	12+	—	—	20—25+	20—25+	20—25+	—	—
	22++	—	—	60+	60+	60+	—	—
	40+++	—	—	—	—	—	—	—
1 : 42	15—17+	—	—	—	—	—	—	—
	35++	—	—	—	—	—	—	—
	60+++	—	—	—	—	—	—	—

dicoccum bzw. *durum* zeigt, auf nähere Verwandtschaft von *polonicum* und *durum* schließen zu dürfen. Berücksichtigt man dabei jedoch die Differenzen, welche *dicoccum* und *durum* gegenüber *vulgare* zeigen, so scheinen solche geringen Differenzen nicht bedeutsam. Das gilt auch für die Differenzen innerhalb der Dinkelgruppe. Auch ist zu bedenken, daß (mit Ausnahme von *vulgare*) stets nur je eine Sorte der verschiedenen Arten geprüft wurde. Es fragt sich, ob umfassenderes Material die Zahlen im Sinne einer höheren Differenzierung oder einer Verwischung der Unterschiede beeinflussen würde. Wie verhalten sich geographisch sehr getrennte, ökologisch sehr verschiedene Rassen? etwa die speltoiden *vulgare*-Typen Osteuropas und die hochgezüchteten anspruchsvollen Squareheadtypen gegenüber *Spelta*? Die *Spelta*-Rassen unter sich sind entsprechend ihrer phylogenetischen Zusammengehörigkeit auch ökologisch sehr gleichförmig; wie verhalten sie sich serologisch zu den alten westschweizerischen und oberrheinischen *compactum*- und *vulgare*-Landsorten (vgl. hierzu S. 161)? Und wie reagieren die aus Reihenkreuzungen herausspaltenden Typen miteinander? Es wäre lohnend, in methodologischem Interesse diese Vergleichsreaktionen einmal auszuführen. Soviel ich sehe liegen aus neuerer Zeit, seit unsere Anschauungen über die Phylogenie des Weizens sich gewandelt haben, keine Untersuchungen vor, welche die erwähnten Fragen berücksichtigen.

Entgegen der oben ausgesprochenen Erwartung (S. 15) hat sich somit die serologische Methode zwar für die Reihenzugehörigkeit, nicht aber für die feineren Beziehungen innerhalb der Reihen als ein zuverlässiges Maß bewährt.

Phytopathologie

Die 2. Methode, welche die chemische Konstitution als Verwandtschaftsmaß benutzt, die Immunitätsprüfung, hatte ein ähnliches Resultat, mit einigen hier besonders interessierenden Abweichungen und Besonderheiten. Unabhängig von Zade war Vavilov zu einer Bestätigung des Schulzschen Stammbaumes wenigstens in großen Linien gekommen. Einerseits zeigen die Reihen von der Einkorn- zur Dinkelreihe, andererseits die Arten in den Reihen vom Spelz- zum Nackttypus zunehmende Empfänglichkeit. Die Sonderstellung von *monococcum* bestätigt sich. Abweichend von Zade findet aber Vavilov (1913, 1914) bezüglich der Immunität *dicoccum* — und auch *dicoccoides* — uneinheitlich, indem hier neben immunen auch sehr empfängliche Rassen stehen. Bei *dicoccum* erwiesen sich die westlichen alle oder fast alle als relativ immun; die östlichen, russischen (Wolgagegend) und persischen dagegen als recht empfänglich (vgl. S. 96). Dies Ergebnis unterstreicht unsere Forderung, die serologische Prüfung, wenn sie Wert haben soll, auf breiteren Boden zu stellen. Ein sehr positiver Erfolg der Immunitätsmethode ist die bereits erwähnte richtige Einreihung von *Tr. persicum* im System. Durch ihre fast völlige Immunität gegen Rost und Meltau fiel die Sorte aus dem Rahmen der über 600 geprüften *vulgare*-Sippen völlig heraus und reihte sich damit der Gruppe *durum-polonicum-turgidum* an (s. S. 125). Hierher mußten nach den Immunitätsversuchen von Vavilov auch Percivals abessinische Zwergweizen, später *Tr. orientale* Perc. benannt, verwiesen werden. In beiden Fällen bestätigte die Feststellung der Chromosomenzahl die Richtigkeit der Annahme. Im Gegensatz zu den bisher besprochenen (mit Ausnahme von *dicoccum* und *dicoccoides*) pathologisch sehr einheitlichen Arten ist *Tr. vulgare* sehr verschiedenartig in seiner Reaktion. Bei einer im allgemeinen geringen Immunität kommen doch, besonders gegen *Puccinia glumarum* (Nilsson-Ehle) hochresistente Sippen vor; und die Immunität schwankt von Null bis zu relativ hohen Werten.

Spelta reiht sich, mit mittlerer Immunität, entsprechend überhaupt seiner großen Konstanz, in die mittlere Linie dieser Variationsbreite ein; — darin liegt eine bessere Übereinstimmung mit den phylogenetischen Ergebnissen der Bastardanalyse als in den serologischen Resultaten. Auch die variable *vulgare*-Immunität ist Anlaß, für die serologische Prüfung mehr und verschiedenerlei Rassen heranzuziehen (s. Tab. 15).

Tabelle 15. Immunität der Weizen — im Anschluß an Vavilovs Angaben

	Erysiphe	Spezialisierte Pilze		nicht spezialisiert	
		Puccinia glumarum	*Puccinia triticina*	*Puccinia graminis*	
monococcum . . .	+	++	++	+++	n = 7
dicoccoides a . .	+	+	+	+	
„ b . .	—	—	—	—	
dicoccum a östliche	+	+	+	+	
„ b westliche	—	—	—	—	
durum	+	+	+	+	n = 14
polonicum . . .	+	+	+	+	
turgidum	+	+	+	+	
orientale		+	+	+	
persicum	+++	+	+	+	
Spelta	/	/	/	/	
vulgare u. *comp.* a	/	+	/	—/	n = 21
b		/			
c		—			

+++ = völlig immun + = hochgradig immun — = anfällig
++ = fast völlig immun / = mittl. Grad

Watkins (1927) ist der Ansicht, daß die Verallgemeinerung von Vavilovs Resultaten zwar ziemlich gut gilt, daß aber die Trennung der tetraploiden und hexaploiden Weizen nach ihrer Reaktionsweise doch überschätzt wird. In Cambridge, wo die Beobachtungen nur bezüglich *P. glumarum* in genügendem Umfange gemacht werden können, ist gefunden worden, „daß höchste Empfänglichkeit sowohl wie Immunität in beiden Gruppen vorkommt"; wir setzen hinzu: „in Ausnahmefällen" und können nach obigem darin nur eine Bestätigung der Vavilovschen Resultate sehen.

Während Sax noch 1921 der Ansicht ist, daß Immunität auch durch Kreuzung nicht auf den — in der Züchtung gewünschten — hexaploiden Typ zu übertragen ist, haben neuere mit Ausdauer an großem Material durchgeführte Versuche gezeigt, daß dies doch möglich ist. Zuerst Hayes, Parker und Kurtzweil 1920 (näheres siehe S. 132). Damit ist die Annahme, daß die größere Empfänglichkeit kausal mit der Hexaploidie verknüpft ist, widerlegt. Diese für die moderne Pflanzenzüchtung wichtige und erfreuliche Feststellung ändert indes nichts an der Tatsache, daß für die natürlichen Rassen der Weizen die Beziehung gilt, daß die drei Reihen und innerhalb derselben gewisse Arten sich durch charakteristische Unterschiede in ihrem Verhalten den pilzlichen Parasiten gegenüber unterscheiden.

Faktorenanalyse

Die Bastardierung zwecks Faktorenanalyse des Weizens, die nach 1900 mit Biffen und Nilsson-Ehle beginnt, hat in ihren Resultaten manchen Beitrag zur Phylogenie, zur Klärung und Erweiterung der Reihentheorie gebracht.

α) Polymere (multiple) Faktoren

In Analogie zu anderen Gattungen wurde die Polyploidie des Weizens als Autopolyploidie gedeutet. Das hat die Konsequenz, daß die Einkornreihe als primitiv, die beiden anderen Reihen als von ihr abgeleitet anzusehen sind. Die einfache Verdoppelung oder Verdreifachung eines Grundgenoms müßte die Folge haben, daß in den multiploiden Arten gewisse Eigenschaften polymer bedingt sind. In der Tat haben die Untersuchungen Nilsson-Ehles über die Kornfarbe des Weizens, auf die ja überhaupt die Lehre von den gleichsinnig wirkenden (multiplen oder polymeren) Faktoren aufgebaut wurde, gezeigt, daß die hexaploiden *vulgare*-Weizen drei gleichsinnig wirkende, voneinander unabhängige Faktoren für rote Kornfarbe (R_1—R_3) besitzen (Nilsson-Ehle 1909/11). Diese müssen (vgl. Federley über die Theorie der multiplen Faktoren), den drei Genomen entstammen, sind also in drei einander entsprechenden Chromosomen gelegen zu denken. Danach dürften bei den Emmerweizen, bei denen wir dieselben Kornfarben kennen (siehe Kajanus u. a.) nicht mehr als zwei gleichsinnig wirkende Faktoren für Kornfarbe — oder für irgendeine andere Eigenschaft vorkommen. Mit dieser Fragestellung angelegte Experimente fehlen bis heute; doch ist auch kein Fall bekannt geworden, der gegen die obige Annahme spricht.

Von dieser Auffassung entfernt sich indessen Philiptschenko (1928), wenn er bei seiner Formulierung für die Vererbung der quantitativen Merkmale beim Weizen über die Zahl 3 bei Multiplen in der *vulgare*-Gruppe hinausgeht. So löst er beispielsweise das Allelomorphenpaar P—p für Ährenlänge in die 4 bis 6 Paare multipler Faktoren $P_1\,p_1\;P_2\,p_2\;\ldots$ —$P_6\,p_6$ auf, während das Gen für Ährendichte S—s einstweilen noch erst durch drei multiple Faktoren $S_1s_1\;S_2s_2\;S_3s_3\;\ldots$ ersetzt ist, weitere aber durch die Punktsetzung bereits angedeutet werden.

Wir wissen heute über die Natur der Gene noch so wenig, daß es verfrüht erscheint, aus diesem einen gesicherten Fall bei Nilsson-Ehle Schlüsse auf die phylogenetischen Zusammenhänge der Siebenersätze von *vulgare* zu ziehen.

β) Pleiotropie

Eine weitere Beobachtung aus der genetischen Analyse ist für die phylogenetischen Deutungen in Verbindung mit der Cytologie wichtig geworden und muß deshalb an dieser Stelle erwähnt werden:

Es fällt auf, daß bei Weizenkreuzungen häufig die Erscheinung der Pleiotropie beobachtet wird — d. h. daß eine größere Anzahl sehr verschiedener Merkmale einheitlich durch einen Faktor bestimmt werden, monohybrid spalten. Hierher gehören folgende Beobachtungen:

1. Der Unterschied zwischen „Spelztypus" und „Nackttypus" innerhalb der hexaploiden Reihe, also der Unterschied zwischen *Triticum Spelta* und *Triticum vulgare*: S—s nach Kajanus (1923), Leighty und Boshnakian (1921); Nilsson-Leissner (1925), K_s—k nach Watkins (1928).

Zusammengehende Eigenschaften:

fester Spelzenschluß,
abgestumpfte Hüllspelze,
feste Konsistenz der Spelzen,
lockere Ähre,
Brüchigkeit der Spindel,
deutliche Nerven (nach Nilsson-Leisner 1925)
G—g-Typ der Behaarung (kurze anliegende Haare)
nach Kajanus; und während Behaarung langer Typ H—h, Begrannung N—n, Spelzenfarbe B—b (braun) von diesem

Komplex unabhängig sind, besteht doch eine Koppelung zwischen G und schwarzer Spelzenfarbe (nicht symbolisiert); dazu kommt die starke Beeinflussung der Dichtefaktoren C und L durch den S-Faktor.

2. Die Vererbung der Merkmale von *Tr. polonicum* nach Kreuzungen mit *durum* (Biffen, Engledow, Backhouse, Caporn St. Claire), *turgidum* (Biffen), *Spelta* (Kihara), *compactum* (Kihara) u. a. (siehe bei Bleier) ergab 10 untrennbare Merkmale:

Größe der Spelzen,
Konsistenz der Spelzen,
Form der Spitze der Spelzen,
Form des Kieles der Spelzen,
Hauptnerven der Spelzen,
Größe des Kornes,
Form des Kornes,
Form des Embryos,
Lage des Embryos,
Umriß des Gipfelpolsters am Korn.

Diese 10 Merkmale sind stark gekoppelt und der Komplex vererbt sich nach 1 : 2 : 1. Die elterlichen Typen kommen aber nicht wieder rein heraus, sondern in etwas intermediär veränderter Form und bleiben so konstant (shift). Näheres bei *polonicum* S. 126. Die Entstehung von *Spelta* sowohl als von *polonicum* aus einer der andern Weizenspezies ist ein umstrittenes Problem, bei dessen Lösung auch die hier beobachtete Vererbung von „Komplexen" eine Rolle spielt.

Entsprechend der „Wildhafer-Komplex"; siehe dort (S. 191). Wir kommen auf diese genanalytischen Ergebnisse noch zurück (siehe Cytologie).

γ) Reihenkreuzungen zur Genanalyse

Abgesehen von diesen zwei Fällen zeigen die Faktoren bei Artkreuzungen innerhalb der Reihen im allgemeinen das einfache Allelenverhältnis, was auf einen sehr engen Verwandtschaftsgrad der Arten deutet — und viel unabhängig mendelnde Faktoren, was wiederum bei der hohen Chromosomenzahl verständlich ist. Die Vererbungsweise für Begrannung (Hemmungsfaktor), Spelzenfarbe, Kornfarbe, Ährenform u. a. verläuft in beiden Reihen so gleichartig, daß man annehmen kann, daß die ihnen zugrunde liegenden Faktoren — nach Nilsson-Ehle und Kajanus NBRCL — die gleichen sind. Als bewiesen kann man es dadurch ansehen, daß diese Gene bei Reihenkreuzung von einem zum anderen Typus in freier Kombination herübergewechselt haben. Das ist schon von den frühesten Beobachtern auf diesem Gebiet bemerkt worden und von Vilmorin (1880) in den Satz geprägt, daß man durch Kreuzung von zwei der sechs Weizenarten (gemeint sind *dicoccum, durum, turgidum, vulgare, Spelta, compactum*) die anderen vier herstellen könne.

Damit kommen wir in das Gebiet der Artkreuzungen in interserialer Verbindung hinein, das ohne gleichzeitige cytologische Analyse nicht mehr bearbeitet werden kann, das aber wie kein anderes geeignet erscheint, den letzten phylogenetischen Zusammenhängen auf den Grund oder wenigstens näher zu kommen.

Bevor wir indessen uns hierzu wenden, wird es zweckmäßig sein, die Ergebnisse der pflanzengeographisch-systematischen Forschungen der russischen Schule kennen zu lernen. Wir tun das, indem wir von hier an die einzelnen Arten getrennt behandeln, und werden danach auf die genanalytischen und cytologischen Untersuchungen zurückkommen. Lewitzky (1928) schlägt vor, sie mit einem

gemeinsamen Namen als hylogenetisch zu bezeichnen; Babcock (1931) setzt cytogenetisch.

Übersicht über die Verbreitung der Kulturweizen

Wenn man die Verbreitung der Kulturweizenarten im einzelnen über die Welt verfolgt, so ergibt sich, von Besonderheiten abgesehen, folgendes Bild:

1. Der weitaus größte Teil der Weizenanbaufläche wird von *Tr. vulgare*, dem sog. „weichen" Weizen (soft wheat — bread wheat nach Percival) eingenommen. Seine Kultur ist verbreitet über ganz Europa, Asien und Nordafrika. Im südlichen Teil des Gebietes tritt er, ohne ganz zu fehlen, hinter *Tr. durum* stark zurück; sekundär hat er sich in historischer Zeit über Südafrika, Amerika und Australien ausgebreitet.

2. *Tr. compactum*, der Zwergweizen, Igel- (begrannt) oder Binkelweizen (unbegrannt); engl. club wheat; kommt überall sporadisch vor, wo *vulgare* gebaut wird, spielt aber nur an vereinzelten Stellen landwirtschaftlich eine Rolle.

3. *Tr. Spelta*, der Spelz oder Dinkel, ist auf ein kleines fest umschriebenes Areal in Süddeutschland, Belgien und Nordwestschweiz beschränkt.

4. *Tr. durum*, der Hartweizen, steht in Bedeutung dem gemeinen Weizen am nächsten. Er tritt vielfach ganz an seine Stelle im Mediterrangebiet, besonders in Nordafrika, bedeckt weite Strecken Rußlands und hat sekundär das subtropische Nord- und Südamerika und Teile von Süd-Afrika und Australien erobert.

5. Ihm schließt sich *Tr. turgidum*, der Rauhweizen (Rivet), an, der verstreut im Gebiet von *durum* und *vulgare* gebaut wird.

6. *Tr. dicoccum*, der Emmer, wird heute nur noch in ganz verstreuten Gebirgsgegenden der alten Welt gebaut, Gebiete, die sich als Relikte alter Kulturen charakterisieren lassen.

7. *Tr. monococcum*, das Einkorn endlich, nur noch in Kleinasien und wenigen einzelnen isolierten Landstrichen gebaut, ist heute fast aus der Kultur verschwunden.

Somit treten die Spelzweizen hinter den Nacktweizen und unter diesen alle hinter *vulgare* und *durum* stark zurück.

Den in den letzten Jahren abgetrennten Arten *pyramidale*, *orientale* usw. sowie *polonicum* kommt landwirtschaftlich keine Bedeutung zu; sie sollen deshalb im Anschluß an die Hauptgruppen behandelt werden.

Über die geographisch-morphologische „Differentialmethode" Vavilovs ist oben (S. 7) das nötige gesagt. Ihr Hauptresultat bezüglich des Weizens ist, daß die drei Weizenreihen, insbesondere die kulturell wichtigen harten und weichen Weizen einen örtlich verschiedenen Ausgangspunkt haben — die ersteren in Abessinien, die letzteren im südwestlichen Zentralasien; dazu tritt als 3., für den Ackerbau an Bedeutung zurücktretend, Kleinasien als Ausgangspunkt für das Einkorn.

b) *Triticum monococcum* L.

Einkorn; small spelt; engrain.[1]) n = 7

Literatur zu *T. monococcum* siehe bei:

a) Barrandon 1871. Baroulina 1924. Berkner u. Meyer 1927. Christiansen-Weniger 1929, 1930. Drosdov 1923. Flaksberger 1913, 1925, 1926. Kopyl (bei Flaksberger 1926). Kovarsky 1929. Larionov 1910, 1913. Miège 1924. Schulz 1912, 1913, 1914, 1915 1917, 1918,. Zhukovsky 1923. Schübeler 1820.

1) Weitere Namen findet man bei Percival (1921) und Hegi Bd. I.

b) Für vorgeschichtliche Funde siehe Tab. 16, S. 87; Literatur unter Bertsch 1930, Buschan 1895, Deininger 1877, 1890, Heer 1865, Neuweiler 1919, 1924, Schröter 1895, Schulz 1917, 1918, 1924, Wittmack 1890, 1895, Gradmann 1909.

c) In allgemeinen Arbeiten bei: Azzi 1911, S. 178. Berkner u. Meyer 1924. Blaringhem 1914, 1925, 1927. de Candolle 1884, 462. Christ 1879, 1916, 97. Dalla Torre u. Sarnthein 1870, I 293. Engelbrecht 1899, 1928. Flaksberger 1929. Gradmann 1909. Hoops 1905. Körnicke-Werner 1885. Krause 1837. Langethal 1866. Metzger 1824. Miczynski 1924. Percival 1921, 172. Schulz 1913, 8; 23. Solms-Laubach 1909. Vavilov 1913, 1925, 1927, 1928. Vilmorin 1880. Willkomm u. Lange 1870, 108. Zade 1914. Hierzu ferner E. Meyer, Geschichte des Altertums.

Im System der Gattung *Triticum* nimmt die Einkornreihe durch eine Anzahl von Besonderheiten eine eindeutige und isolierte Stellung ein. Es handelt sich dabei um solche morphologische Eigenschaften, die zu den „Organisationsmerkmalen" gehören und keinerlei Auslesewert besitzen: Korn seitlich zusammengedrückt, so daß der Keim auf der Schmalseite liegt; Zerspaltung der Hüllspelze

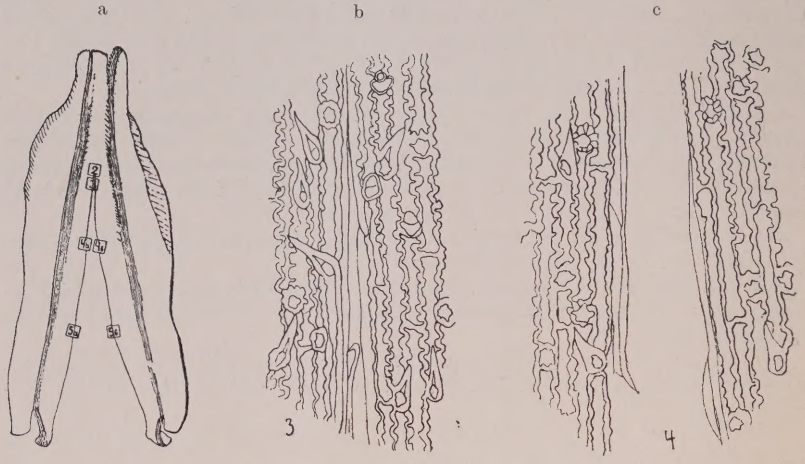


Abb. 7. Spaltung der reifen Einkorn-Spelze (*palea inferior*) nach Kopyl B. a. B. 16III, S. 221 (*Triticum aegilopoides* Bal. *Larionowi* Flaksberger
b und c die in a mit 3 und 4 bezeichneten Stellen vergrößert.

bei der Reife, (neue entwicklungsgeschichtliche Untersuchung von Kopyl, mitgeteilt von Flaksberger 1926) hierzu Abb. 7; Blatt nach Percival einheitlich kurz behaart; Knoten behaart (genaueres siehe bei Percival, S. 172). Unter den physiologischen Eigentümlichkeiten dürften die Immunitätsverhältnisse (*Tr. monococcum* ist immun gegen *Erysiphe graminis*, *Puccinia triticina* und *Puccinia glumarum*; Vavilov 1913) weniger von Bedeutung für die Ausbreitung und Erhaltung in der Kultur gewesen sein, als die mehr komplex bedingten Eigenschaften der Anspruchslosigkeit und Winterhärte, die das Einkorn mit einzelnen Sippen aus anderen Weizenarten teilt. Auch serologisch nimmt *Tr. monococcum* eine Sonderstellung ein, siehe Tabelle S. 76 (Zade 1914). Endlich bildet cytologisch das Einkorn mit seinen wilden Verwandten die diploide Reihe in der Gattung *Triticum*.

Aus diesen physiologischen und cytologischen Sonderheiten erklärt es sich, daß *Tr. monococcum* nicht nur völlig sterile Bastarde mit den übrigen Weizen gibt, sondern auch die Kreuzung selbst äußerst schwer gelingt (siehe S. 72 u. Tab. 11).

Im Gegensatz zu den folgenden Arten weist *Tr. monococcum* nur einen sehr geringen Formenreichtum auf. Es stehen zwar nebeneinander „Wildformen" und „Kulturformen"; sie unterscheiden sich aber nur quantitativ durch Brüchigkeit und Behaarung aller vegetativen Teile, während innerhalb der beiden Typen die Variabilität bezüglich Begrannung, Spelzenfarbe usw. sehr gering und gleichsinnig ist.

Die wilden brüchigen Formen werden heute gewöhnlich unter dem Namen *Tr. aegilopoides* Bal. zusammengefaßt (Percival 1923) und lassen morphologisch zwei Gruppen unterscheiden (Schulz 1913; Flaksberger 1926 u. a.), die sich an das zartere *Tr. boeoticum* Boiss. mit 1 Granne im Ährchen und das gröbere *Tr. Thaoudar* Reut. mit 2 Grannen im Ährchen anschließen. Über die Begrannung siehe unten.

Percival vertritt eine andere Einteilung, die sich auf Jugendhabitus und Blattmerkmale stützt.

Die Sektion *Tr. boeoticum* ist auf dem Balkan, in Thessalien, Ost-Rumelien und Serbien verbreitet, also auf europäischem Gebiet; *Tr. boeoticum* zuerst 1833 von Link in Böotien gefunden. Diesem schließt sich ein zweites, besonders formenreiches Verbreitungsgebiet in der Krim an, wo im ganzen 16 Varietäten, davon 10 für die Krim endemisch, vorkommen (Larionow 1910, Flaksberger 1913, 1926, Baroulina 1924, Kovarsky 1929).

Die 2. Sektion, die sich an *Tr. Thaoudar* anschließt, das zuerst 1854 von Balansa in der Nähe von Smyrna gefunden wurde, hat ihre Hauptverbreitung in Kleinasien und den anschließenden Ländern bis Syrien-Palästina nach Süden, Mesopotamien und Westpersien nach Osten. Flaksberger bezeichnet sie deshalb als asiatische Sektion. Neuerdings hat aber Kovarsky gezeigt, daß auch die Krim diesen Typus besitzt (4 Varietäten); dieser Umstand spricht indessen eher dafür, daß die Flora der Krim von Kleinasien aus beeinflußt ist, als daß die Trennung in eine europäische und eine asiatische wilde *monococcum*-Reihe ihre Berechtigung verlöre.

Nach Vavilov-Zhukovsky ist für *Tr. Thaoudar* Kleinasien das Hauptzentrum der Mannigfaltigkeit. Vor allem finden sich hier brüchige und zähspindelige Formen nebeneinander, überall als Unkraut in Weizenkulturen. Diese Formen, von denen, abgesehen von der russischen Angabe, auch Berkner (1927), Baur (nach mündlicher Mitteilung), Christiansen-Weniger (1929, 1930) berichten, sind im einzelnen nicht beschrieben. Eine kurze Schilderung der Variationsbreite geben Berkner und Meyer (1927). Die biologischen Verhältnisse scheinen aber ähnlich zu liegen wie in der Krim, über die ausführliche Untersuchungen vorliegen. Nach Kovarsky (1929) kommen sowohl brüchige wie zähspindelige Formen spontan vor; die brüchigen (Baroulina 1924) massenhaft als Unkraut an Feld- und Wegrändern, auf Weiden; die zähspindeligen in Häufung bis zu 10 % in Weizenfeldern, besonders in Emmerkulturen, weniger in Gerste und Hafer.

Drosdov (1923) sieht, in Übereinstimmung mit Angaben früherer Reisender das taurische Vorkommen von zähspindeligen Formen als verwildert an; er führt sie auf früher bei den Tataren geübte Kultur zurück — gibt auch die bei ihnen übliche Anbauzeit für Einkorn (Februar) an. Im Gegensatz dazu ist Baroulina der Ansicht, daß auch die gehäuften Vorkommen von zähspindeligen Formen in Weizenfeldern und Weinbergen natürliche sind, daß Einkorn in der Krim nie wirklich angebaut worden ist, sondern sich stets nur als Unkraut bis zu der angegebenen Häufigkeit ausgebreitet habe. Vavilov leitet von diesem Auftreten als Unkraut — wie bei Roggen so auch beim Einkorn die Übernahme in Kultur überhaupt ab. Einkorn würde danach zu den „sekundären" Kulturen gehören

(Vavilov 1928, vgl. S. 48). Da nun zähspindelige Unkrautformen im Verbreitungsgebiet von *Tr. boeoticum* (außer der Krim) nicht vorkommen, so scheidet damit *Tr. boeoticum* als Stammpflanze und die Balkanhalbinsel als Heimat, wie noch de Candolle annahm (Griechenland, Serbien, Kleinasien), aus. Die Kulturformen werden vielmehr von Unkrautformen aus der Sektion *Thaoudar* in Kleinasien abgeleitet.

Soviel sich heute, insbesondere nach den Sammlungen der letzten Jahre (Baroulina, Kovarsky in der Krim, Baur, Berkner, Christiansen-Weniger und Zhukowsky in Kleinasien) übersehen läßt, ist somit das spontane Vorkommen zäher und brüchiger Formen nebeneinander auf die Krim und Kleinasien beschränkt. Das Überwiegen der ersten in Getreidekulturen, der letzten an Wegrändern, Feldrainen, „bei Tschuma, Bagdadbahn bildet es förmliche Wiesen" (Berkner), ist biologisch ohne weiteres durch natürliche Selektion zu erklären: die zähen Formen werden im Getreide mitgeerntet und wieder mit ausgesät; sie sind also hier in ihrer Verbreitung begünstigt. An Rainen und Feldwegen sind Pflanzen im Vorteil, die zu spontaner Verbreitung befähigt sind. So versteht sich die Angabe, daß Einkorn bei der Verwilderung „degeneriere" (Drosdov), dahin, daß „Wild"typen außerhalb der Kulturen überwiegen müssen.

1 2 3 4

Abb. 8. *Triticum aegilopoides* Bal. Nach Percival 1921.
1 *var. baeoticum*, 3 *var. Larionowi*,
2 *var. Thaoudar*, 4 *var. Paucici*

Daß auch die zähspindeligen Formen gelegentlich sich in unliebsamer Weise vermehren können, zeigt das massenhafte Auftreten von *Tr. monococcum* als Unkraut, das 1871 bei Montpellier erwähnt wird (Barrandon). Dagegen ist die Anschauung von Schulz, daß „*Tr. aegilopoides* nach wenigen Jahren Kultur von *T. monococcum* nicht zu unterscheiden ist", mit unseren Erfahrungen nicht zu vereinen. Ebenso wie die Zähspindeligkeit, so erhält sich auch die Brüchigkeit der in Kultur genommenen Formen bei Reinzucht unverändert fort (eigene Beobachtungen am Getreidesortiment des Inst. für Vererbungsforschung L. H. Berlin in den Jahren 1913—1930).

Es ist auf dieses Nebeneinandervorkommen brüchiger und zähspindeliger

Formen beim Einkorn etwas breiter eingegangen, weil uns hier ein Beispiel dafür gegeben scheint, daß die zähspindeligen Formen systematisch gleichwertig neben den brüchigen stehen können. Der Gedanke, daß wir es hier mit einer spontan entstandenen Variante — einer Mutante im Sinne der Genetik — zu tun haben, dürfte für die Geschichte auch der anderen Getreide von Wichtigkeit sein, indem sie die Schwierigkeit beseitigt, die sich der Ableitung der zähspindeligen Kulturformen von den brüchigen Wildformen überhaupt entgegensetzt (siehe S. 26).

Bei der Ableitung des Kultureinkorns von Unkrautformen aus der Sektion *Thaoudar* steigen indessen einige Bedenken auf, die heute noch nicht als behoben gelten können.

Abb. 9. *Triticum monococcum* L.
Nach Percival 1921.

Übereinstimmend wird als wesentlicher Unterschied der *Thaoudar*-Gruppe von *boeoticum* die Begrannung der 2. (sterilen) Blüte im Ährchen bei *Thaoudar* angegeben (biniaristatae-uniaristatae nach Flaksberger). Die Kulturformen, die also aus pflanzengeographischen Gründen von *Thaoudar* abgeleitet werden, haben aber (Körnicke, Percival, Ascherson u. Graebner) fast durchweg eine unbegrannte 2. Blüte, wie dies für die Sektion *boeoticum* charakteristisch ist. Wie weit Percival, wie es scheint, im Recht ist, der auf diese Unterscheidung ein geringeres Gewicht legt als auf die vegetativen Merkmale des Blattes, der Farbe und des Jugendhabitus, in denen *boeoticum* und *Thaoudar* übereinstimmen, muß noch weiter geprüft werden. Percival gibt an, daß, obwohl die obige Beschreibung in der Mehrzahl der Fälle zutrifft, die Begrannung stark variiert und z. B. in Kleinasien, wo *Thaoudar* vorherrscht, Pflanzen auftreten, „die von der europäischen Varietät *boeoticum* nicht zu unterscheiden sind, wie auch Intermediäre". Das gleiche ist, wie ich mich überzeugen konnte[1]), nach dem im Berliner Herbar wie im Herbar Körnicke (Bonn) als *boeoticum* einerseits, *Thaoudar* andererseits bezeichneten Pflanzen zu sagen.

Die zweite Schwierigkeit ergibt sich aus der geschichtlichen Betrachtung.

Geschichte der Einkornkultur, hierzu Karte, Abb. 10.

Die Kultur des Einkorns als Getreide ist dem semitisch-ägyptischen, dem indischen, sowie dem zentral- und ostasiatischen Kulturkreise fremd. Auf klas-

1) Herrn Prof. M. Körnicke, Bonn, danke ich für gütige Übersendung des Bonner Herbarmaterials.

sischem Boden fand es sich massenhaft in den Ausgrabungen von Hissarlik, zweite Stadt (Wittmak 1890), die bereits bronzezeitliche Einschläge zeigt. Bei den griechischen Schriftstellern wird es unter dem Namen tiphe erwähnt (Näheres bei Schulz 1913), so daß die Annahme, daß es in Kleinasien, seinem heutigen Hauptzentrum, seit frühester Zeit angebaut wurde, gesichert ist. Ein zweiter Fundort aus späterer klassischer Zeit findet sich in der römischen Niederlassung Aquileja bei Triest (Buschan 1895).

Aber auch im mittleren Europa geht die Kultur bis ins Neolithikum zurück; es sind Reste von Einkorn in den Pfahlbauten der Westschweiz (bis Frankreich) und Württembergs, sowie in Belgien, Dänemark, Ungarn und Bosnien gefunden. Bronzezeitliche Funde sind aus der Schweiz, Niederösterreich und Ungarn bekannt. Das germanische Altertum zeigt *T. monococcum* in hallstattzeitlichen Niederlassungen bei Forchheim, fränkischer Jura (Schulz 1918, Bertsch 1929), vgl. Tabelle 16.

In diesem Areal hat sich der Anbau gegen die Konkurrenz der großkörnigen Weizen überall da bis in die Jetztzeit gehalten, wo ihm die große Anspruchs-

Abb. 10. Anbau von Einkorn, *Triticum monococcum*, seit dem Neolithikum.

losigkeit, Rost-, Frost- und Vogelfraßfestigkeit den Anbau ermöglichen, also besonders im Gebirge an felsigen Standorten; unterstützt wird die Erhaltung durch Qualitäten, wie besonders gutes gelbes Mehl, Eignung zu Gries- und Grünkernbereitung, gutes Bindestroh für die Winzerei. Trotzdem ist seine Kultur in stetigem Rückgang begriffen.

Percival gibt als heutige Kulturgebiete an (1921, S. 171): „viele Teile Spaniens[1]), in geringem Umfang in der Schweiz, Frankreich, Italien, Deutschland (Württemberg, Thüringen), Herzegowina, Griechenland, Mazedonien, Ostkaukasus."

Bei Flaksberger (1928) heißt es dagegen: „Wildarten: Kleinasien, Griechenland, Mazedonien, Taurien, Transkaukasien.

Kultiviert: Schweiz, Lothringen, Frankreich, Spanien, Marokko."

Diese Unterschiede in den Angaben sind nicht nur auf weiteren Rückgang des Anbaus zurückzuführen, sondern sie sind kennzeichnend für die Unsicherheit,

1) Wohl nach Willkomm u. Lange (1870) zitiert.

Tabelle 16. Verbreitung von Einkorn, *Tr. monococcum*

Neolithikum	Bronzezeit	Altertum	Neue Zeit	Heute
Kleinasien Hissarlik (?)	Kleinasien Hissarlik	Oberitalien Aquileja	Vorarlberg nach Dalla Torre	nach n. Kosanin: (fehlt in Serbien!)
Bosnien Butmir	Schweiz Zürich, Alpenquai Wollishofen		Rheintal nach Braungaert nicht eben selten	nach n. Kosanin: Montenegro Sandzak Novi Bazar Serbisch-Mazedonien (Prilep Bitolj)
Ungarn Aggletek Felsö Dobsza Lengyel	Nieder-Österreich Mistelbach Ungarn Toszeg		Schweiz nach Christ Württemberg	nach n. Christiansen-Weniger: Kleinasien Thrazien und Westanatolien
	Eisenzeit	Mittelalter	Thüringen nach Schulz	nach Baroulina: Krim kultiviert?
Schweiz Wangen			Spanien nach Willkomm u. Lange	
Frankreich Lac de Chalain	Forchheim (Fr. Jur.)	Süddeutschland		nach Azzi: Spanien bei Iberern: Cuenca (Arragonien) Vich, Berga } Pyrenäen
Rheintal Öhringen (Neckar) Federseeried Schussenried				Württemberg vereinzelt
Belgien Oudaumont				als Unkraut und wild Kleinasien Krim
Dänemark Lindskov				

die über den Anbau von Einkorn in der Literatur überhaupt herrscht; fast jeder Einzelaufsatz, der sich mit der Frage beschäftigt, bringt andere Angaben. Sie sind z. T. zurückzuführen auf Irrtümer, die einerseits durch Verwechselung der Namen hervorgerufen sind, andererseits dadurch, daß in den Statistiken die Spelzweizen, besonders *monococcum* und *dicoccum* zusammengefaßt sind. Im Umweg über den englischen Namen small spelt für Einkorn ist es wohl zu erklären, daß in den älteren russischen Arbeiten auch Anbauzahlen von *Spelta* auf Einkorn bezogen sind. Im Spanischen werden die Namen escaña, escandia, espelta und esprilla sowohl für *dicoccum* als *monococcum* z. T. auch für *Spelta* angeführt (Schulz 1918) — ob nur bei den Gelehrten oder auch bei der anbauenden Bevölkerung durcheinandergeworfen, wäre von Interesse festzustellen! Derselben Schwierigkeit begegnet man bei Emmer und Spelz; siehe S. 94 und 146. In allen angegebenen Gebieten spielt aber der Anbau gegenüber anderen Weizenarten nur eine geringe oder zum mindesten lokal beschränkte Rolle. Eigene Umfragen (Schiemann 1930) bestätigten den heutigen Anbau in Montenegro, Sandzak Novi Bazar, Prilep-Ebene; in Kleinasien ist er in reinem Bestand angebaut in Thrazien und Nordwest-Anatolien zu finden.[1]) In Spanien wird er in der Provinz Cuenco, im südlichen Arragonien, sowie in Vich und Berga, Ost-Pyrenäen (Gebiet der Iberer), gebaut (Azzi 1911). — In Lothringen und Frankreich ist er, wie im Elsaß und Baden heute ganz verschwunden. (Weitere Einzelheiten siehe bei *vulgare* S. 118).

Ist somit das Einkorn mit Recht als eine aussterbende Kultur bezeichnet worden, so unterliegt es andererseits keinem Zweifel, daß es im Gebiet von Kleinasien bis in die Schweiz zu den allerältesten Kulturpflanzen gehört, die wir kennen, daß es in Kleinasien in besonderer Kultur angebaut worden ist und daß es gleichzeitig mit Emmer und Weizen in der neolithischen mitteleuropäischen Kultur erscheint. Mit dieser Tatsache ist die Auffassung Vavilovs schwer zu vereinen, daß das Einkorn als Unkraut erst sekundär anderen Kulturen entnommen ist. Wir glauben vielmehr in ihm mit dem Emmer und dem Weizen (*compactum*) eine der primären Kulturpflanzen zu sehen, an denen der Mensch den feldmäßigen Anbau zuerst geübt. „Unkraut"-Kulturpflanzen begegnen uns erst in späteren Epochen (siehe Roggen, Hafer, Cruciferen). Der Ort dieser Inkulturnahme muß, darin stimmen wir mit Vavilov überein, Kleinasien gewesen sein, wo dieses großfrüchtige Gras sich dem Menschen anbot. Damit ist natürlich die Tatsache, daß Einkorn an vielen Orten zu den hochwertigeren Weizenarten durch den in primitiven Kulturen viel üblichen Mischanbau in das Verhältnis des Unkrautes gekommen ist, nicht in Zweifel gezogen. Über die Wanderung bis nach Westeuropa wird später zu sprechen sein (siehe S. 117).

Zusammenfassend schließen wir:

Das Einkorn ist ein Rest einer aussterbenden früher im Mediterrangebiet (s. l.) von der Atlantik bis nach Persien weiter verbreiteten Kultur. Sie nahm ihren Ursprung in Kleinasien und hat sich von dort in prähistorischer Zeit im Mittelmeergebiet und auf einem nördlichen Wege über Mitteleuropa bis nach Frankreich und Spanien ausgedehnt. Sie hat sich gehalten nur da, wo die hochwertigen tetra- und hexaploiden Weizen in gewöhnlicher Kultur versagen — muß aber auch dort neuzeitlichen Kulturmethoden und -ansprüchen vielfach weichen.

Botanisch ist anzunehmen, daß *Tr. monococcum* in ganz direktem phylogenetischen Zusammenhang mit den brüchigen Wildformen, speziell der var. *Thaoudar* Reut. steht, deren Heimat Kleinasien ist, und daß die größere Zähig-

1) Über den Rückgang der Spelzweizen in Europa in den letzten Jahren ist eine Arbeit in Vorbereitung (d. Verf.). Für obige Angaben danke ich den Herren Kosanin-Belgrad und Christiansen-Weniger-Ankara.

keit der Spindel durch unbewußte Auslese in der Kultur aus den für dies Merkmal erblich variierenden Wildpopulationen isoliert worden ist, ohne daß die volle Zähigkeit anderer Kulturweizen dabei erreicht wurde.

Ergänzend hierzu die Kapitel Wildform und Kulturform, S. 25, und *vulgare*-Weizen, S. 118.

c) *Triticum dicoccum* (Schrank) Schübeler.

Emmer; emmer; amidonnier. n = 14

Literatur zu *T. dicoccum* siehe bei

a) Bataline 1885. Beyerinck 1884. A. Braun 1841, 1848. Brugsch u. Schweinfurth 1891. Flaksberger 1914, 1928. Howard 1910. Ljubomirow 1927. Miége 1924, 1925. Percival 1926, 1927. Schübeler 1820. Schulz 1913, 1914, 1915, 1916. Schweinfurth 1882, 1886, 1906, 1908, 1911. Stoletova 1925.

b) Prähistorisch: Beck von Managetta 1897. Bertsch 1929. A. Braun 1877. Brugsch 1891. Buschan 1895. Heer 1865. Heierli 1886, 1887. Hofmann 1926, 1928. Hrozny mit Frimmel 1914. Macalister 1912. Neuweiler 1905, 1919, 1924, 1930. Radimsky 1895. Rytz 1928. Schröter 1895. Schulz 1916, 1918. Schweinfurth 1908. Unger 1866. Wosinsky 1888 (hierzu auch E. Meyer, Geschichte des Altertums).

c) Allgemeine Werke. Besonders Gradmann 1909. Hoops 1905. Percival 1921. Schulz 1913. Ferner: Azzi 1927. Christ 1916. Dalla Torre u. Sarnthein 1870, I 293. Engelbrecht 1928. Krause 1834. Willkomm u. Lange 1870, 107.

de Candolle hat für den Emmer nur die wenigen Sätze: „Von Heer wird eine in den Schweizer Pfahlbauten von Wangen im schlechten Zustande gefundene Ähre auf eine Varietät des *Tr. dicoccum* bezogen. Seitdem hat Messikommer dasselbe in Robenhausen gefunden. Man hat die Art nie in spontanem Zustande gesehen. Die Seltenheit von volkstümlichen Namen ist auffallend. Beides, ferner auch der geringe Wert der botanischen Merkmale, um sie von *Tr. Spelta* zu unterscheiden, veranlassen uns, sie als eine alte angebaute Rasse letzterer zu betrachten." Heute steht *Tr. dicoccum* im Mittelpunkte des phylogenetischen Interesses bezüglich des Weizens!

Geschichte des Emmers. Wir müssen heute den Emmer als den ältesten Kulturweizen ansehen. 1. Nach Schweinfurth ist er im alten und ältesten Ägypten die häufigste Brotfrucht gewesen. Die ältesten Funde sind nach Schweinfurth (1908) die von Legrain bei Silsile gefundenen Beigaben in neolithischen Hockergräbern; es waren verkohlte Emmerkörner, welche zusammen mit Gerste in mit Asche gefüllten Tonkrügen festgestellt werden konnten. Schweinfurth schätzt sie auf das VI.—V. Jahrtausend vor Chr. Percival führt als frühestes Dokument die häufig als Gerste (diese sollte damals sechszeilig sein! siehe bei Gerste S. 162) gedeuteten Schnitzereien in Elfenbein und Holz aus der I. Dynastie (um 3300 v. Chr.[1]) an, die also noch weiter zurückgehen würden als die substantiellen Emmerreste, die von Unger (1866) in den Ziegeln der Dashur-Pyramide (2500 v. Chr., V. Dynastie) nachgewiesen sind. Die Sitte, die Grabschächte mit Streu aus Kaff, Spreu und Vesen zu füllen, hat große Mengen dieses Materials aus der gleichen Zeit, wie aus der Zeit des mittleren Reiches (XI. und XII. Dynastie, um 2000 v. Chr.) übermittelt. Über weitere Funde aus dieser und späterer Zeit siehe die ausführliche Darstellung bei Schulz (1913 und 1916) (Abb. 11) und Percival (1921). Danach ist der Emmer in Ägypten auch durch das ganze historische Altertum bis ins Mittelalter hinein die Hauptbrotfrucht geblieben. Seit der Zeit der Ptolemäer tritt er zurück und wird zur Kaiserzeit durch die Nacktweizen fast völlig verdrängt; selbst die Bedeutung des Namens wird vergessen[2]). Im 16. Jahrhundert wird er nur noch als Viehfutter erwähnt.

1) Nach E. Meyer. Vgl. S. 4, Datierung bei Meyer abweichend von Percival.
2) Er wird bei den Kopten für Cicer gebraucht (Hrozny 1914).

Im alten Ägypten wird er als „unterägyptisches Getreide" in Gegensatz zum „oberägyptischen Getreide", der Gerste, gestellt. Schulz sieht darin eine Bestätigung seiner Ableitung des Emmers vom syrischen *dicoccoides* (siehe S. 101). In Unterägypten waren die Bezeichnungen bôtet für Emmer, jate für Gerste und swot für Nacktweizen (? vgl. S. 121) — seit der V. Dynastie — üblich. Brugsch (1891) hat aber gezeigt, daß in den ältesten oberägyptischen Schriften mit dem Namen bôtet auch zuweilen der Erntemonat (tybi) bezeichnet wurde und daß dieser durch einen Mann mit einer Emmerähre in der Hand versinnbildlicht wurde. Das ist nicht anders zu deuten, als daß neben der von dort schon sicher bekannten Gerste auch der Emmer als wichtiges oberägyptisches Getreide gelten muß.

Abb. 11. Emmer aus dem alten Ägypten. Nach Schulz 1916.

Dieses bôtet ist nun gleichbedeutend mit dem kussemet der Hebräer und Araber, mit der zea, zeia oder olyra der Griechen, mit dem far der Römer. (Über die Verwendung der Namen siehe ausführliche Diskussion bei Hoops (1905), Schulz (1913, S. 25–40), Hrozny (1914). Aus weiter unten zu erörternden Gründen wird man sich der Annahme von Schulz anschließen müssen, daß von den Römern bis zum 2. Jahrhundert v. Chr. mit „far" nur der Emmer bezeichnet sei, obgleich sich „auf Grund der römischen Literatur bis zu Columellas und Plinius' Zeit und der gesamten griechischen Literatur nicht feststellen läßt, was für Spelzweizenformengruppen die Römer und Griechen überhaupt gekannt haben" (S. 35). Nimmt man aber diese Deutung an, so folgt, daß die Römer bis ins 2. Jahrhundert v. Chr. fast ausschließlich Emmer gebaut haben. Durch sie verbreitete er sich auch in die anderen südeuropäischen Länder und wird auch in ihrer „Kornkammer" auf der nordafrikanischen Seite des Mittelmeeres nicht gefehlt haben.

Heute findet man Emmerkultur überhaupt nicht mehr in Ägypten (Schweinfurth 1891), wohl dagegen in Abessinien. Schimper (1838) brachte von dorther verschiedene Varietäten nach Europa, die Eingang in die Sammlungen und Herbarien fanden (siehe S. 103 schwarzer Emmer).

2. Hiervon unabhängig ist das zweite prähistorische Verbreitungsgebiet, das die Pfahlbautenfunde im Nordgebiet der Alpen und Siedlungen nördlich derselben aufdeckten. Reste von *Tr. dicoccum* aus dem Neolithikum fanden sich an folgenden Orten (Literatur S. 89):

Westschweiz: in Wangen eine grannenlose (?) Form; in Robenhausen gute Ähren, vom Thuner und Züricher See, aus Wollishofen und vom Lac d'Annecy, sowie Lac de Chalain, Frankreich.

Süddeutschland: oberrheinische Tiefebene bei Bruchsal und Heidelberg, in Öhringen, Federseeried und Schussenried im südlichen Württemberg. Die

Angabe für Oberösterreich (Mondsee: Hofmann) scheint nicht gesichert. Ebenso sollten die für Belgien (Oudaumont) und Dänemark (Lindskov. Orum Aa und Christiansminde) nachgeprüft werden.

Bronzezeitliche Funde stammen aus der Westschweiz: aus den Pfahlbauten von Auvernier (Neufchâteler See), Zürich, Mörigen, Wollishofen, von der Petersinsel (Bieler See), Roselet (Savoyen), Mittelbach-Niederösterreich und aus der Sirgensteinhöhle in Schwaben.

Reste von Emmer aus hallstattzeitlichen Burgwällen in Franken, sowie die große Verbreitung, die der keltische Name gefunden hat (Emmer = amar; daraus mhd. Amelkorn, frz.: amidonnier — woraus amylum für Stärke), vermitteln den Anschluß an die noch im Mittelalter in Mitteleuropa weiter verbreitete Kultur des Emmers.

Etwas abseits von diesem Gebiet liegen die Pfahlbauten in Bosnien, in denen Beck von Managetta Emmer nachweisen konnte (Ripač bei Bihač, Nordende der Dinarischen Alpen), und Böhmen (Klein Czernosek), beide neolithisch.

3. Eine dritte prähistorische Spur weist nach Persien. Nach Hroznys Untersuchungen (Bestimmung der Pflanzen von Frimmel 1914) war im alten Babylonien wie im alten Ägypten der Emmer neben der Gerste das Hauptgetreide; zuerst überwiegend, dann gegen die Gerste zurücktretend. In der persischen Zeit weicht auch diese vor den Nacktweizen; der Emmer hält sich aber bei den Kurden noch nach Berichten des 10. Jahrhunderts. Bei dem kurdischen Stamm der Bachtiaren, hat ihn in der 2. Hälfte des 19. Jahrhunderts Hausknecht in Luristan in Kultur gefunden.

Der babylonische Name für Emmer: buttutu, der dem oberägyptischen bôtet entspricht, ist indessen sumerisch, nicht semitisch (semitisch-babylonisch hat der Emmer einen anderen Namen, kunasu); Hrozny sucht daher die Heimat des beiden Völkern gemeinsamen Namens in Babylonien. E. Meyer, der gezeigt hat, daß die ägyptische Kultur, die um rund 1000 Jahr ältere ist, daß aber „beide Kulturen sich in allen entscheidenden Momenten unabhängig voneinander entwickelt haben" (S. 167), sieht darin nur mehr ein Zeichen für einen uralten Austausch zwischen beiden.

Wurde in Oberägypten der Erntemonat durch einen Mann dargestellt, der eine Emmerähre in der Hand hält, so trägt hier der Monat selbst den Namen dieses Getreides (sabatu). Bereits bei den ersten Sumerern — auf den Ruinen von Tello (3100 bis 3000) wird über die Bereitung von Mehl, Brot und Bier berichtet. Letzteres wird aus Gerste und Emmer hergestellt. Wenn aber um 3000 bereits Brot und Bier bereitet wird, muß die Kultur des Getreides natürlich viel älter sein. „Ob die Berührungen im Getreidebau", sagt Meyer (S. 473), „oder die Bierbereitung in dem einen Lande aus dem anderen entlehnt sind, oder ein drittes Gebiet vermittelnd dazwischensteht (Syrien), läßt sich noch nicht erkennen." Wahrscheinlich ist, daß von jeher Syrien der Ort des Austausches beider Kulturen gewesen ist. Vielleicht sind hier die phylogenetisch-botanischen Forschungsergebnisse umgekehrt geeignet, Licht auch auf die anthropo- und ethnologischen Fragen zu werfen. Wir kommen hierauf noch einmal zurück.

Heute ist die Kultur des Emmers soweit zurückgetreten, daß man mit Stoletova (1924), ebenso wie bei *monococcum*, von einer „aussterbenden Art" sprechen kann. Die heutige Verbreitung ist aber in doppelter Hinsicht interessant.

Zunächst im Vergleich zu den genannten alten Fundstätten. Die Trennung in vereinzelte Gebiete zeigt sich nämlich in noch viel ausgeprägterer Weise; und diese Gebiete, viel kleineren Umfangs, liegen ganz isoliert — doch so, daß es möglich ist, den Zusammenhang mit den prähistorischen Verbreitungsgebieten

noch zu verstehen. Dazu kommt, daß jedes dieser isolierten Gebiete seinen besonderen morphologischen Typus besitzt. Es sieht aus, als habe man es hier mit Lokalrassen zu tun, die als Relikte eines mannigfaltigen Materiales durch Isolierung erhalten sind. Diese Auffassung wird gestützt durch die Feststellung (Stoletova 1925), daß die heute einzeln gelegenen Zentren der Emmerkultur ethnographisch Gebiete sind, die in alter Zeit Kulturzentren waren, in denen heute Reste alter Kulturvölker übrig geblieben sind, Stämme, die mit besonderer Zähigkeit an alten Bräuchen und Überlieferungen, an alten Kulturgütern in geistigem und materiellem Sinne festhalten. Es gilt dies vielleicht nicht ganz so ausschließlich, wie die russischen Forscher es zum Ausdruck bringen, worauf im einzelnen Fall hingewiesen werden soll. Nach Stoletova — ergänzt durch einige andere Angaben — handelt es sich um folgende Gegenden, in denen heute Emmer in Kultur ist:

1. Abessinien: unter dem Namen Arras in Höhen von 1570 bis 2830 m (Schimper 1838); bei den kleinen Bergstämmen der Maaze und Askhars (oder Amhars; Vavilov 1925, S. 163).
2. Serbien, Montenegro, Kroatien (Gradmann 1909, S. 42, Schulz 1913, S. 39, Vavilov 1925).
3. In Rußland im Kama-Wolga- und Ural-Gebiet — im früheren alten „Bulgarenreich" (er fehlt dagegen im heutigen Bulgarien), in dem eine alte turkotatarische Bevölkerung sitzen geblieben ist, die heutigen Tataren, Tschuwaschen, Baschkiren; unter den finnischen Stämmen bauen ihn nur die Votjaken; nie findet sich nach Stoletova Emmerkultur bei den Russen.
4. In Transkaukasien, zu 70 bis 80 % der Anbaufläche (1916) bei den japhetitischen Stämmen: Armeniern, Osseten, Georgiern.
5. Die Angabe Vavilovs, daß sich die geringen heutigen Reste in Persien gleichfalls bei der armenischen Bevölkerung finden, bezieht sich demnach auch auf den nordwestlichen Teil Persiens, der an das sowjetrussische Armenien stößt. Daneben wird aber, wie schon bei Schulz erwähnt, bei den Bachtiaren in Luristan in SW-Persien Emmer gebaut (siehe oben den Fund von Hausknecht). Diese Formen sind mit der „botanischen" Bezeichnung „persische Emmer" gemeint.
6. Süd-Arabien (Yemen).
7. Indien (Howard 1910), sowohl bei Madras als bei Bombay, als auch in beschränktem Maße in den Zentralprovinzen.
8. In Marokko werden nach Miège (1924) sehr eigenartige Formen von *dicoccum* gebaut.
9. Es folgt der Anbau in den Pyrenäen durch die Basken (im Osten bei Iberern Einkorn, im Westen bei Basken Emmer und spätreifender Hafer).
10. Endlich wird Emmer noch in geringerem Umfang in der Schweiz, nach Azzi in den angrenzenden Teilen Frankreichs gebaut, lange noch in Thüringen und bis in die jüngste Zeit in SW-Deutschland und Vorarlberg im Gebiet der Alemannen (siehe unten genauer; vgl. auch *Tr. Spelta*).

Für dasselbe Gebiet ist er nach Urkunden des 12. und 13. Jahrhunderts nachweisbar (Gradmann 1909). Bereits 1596 jedoch beschreibt Joh. Bauhin für Württemberg Emmerbau an zwei Stellen als etwas Besonderes. Immerhin spielt er Ende des 19. Jahrhunderts auch in Süddeutschland eine gewisse Rolle. Heute ist er dort völlig verschwunden, wie Rückfragen im Jahre 1927 bei den Landwirtschaftskammern in Baden und Württemberg ergeben haben[1]). Dagegen

1) Den Herren von Wahl-Augustenburg und Meissner-Stuttgart bin ich für diese Feststellung zu Dank verpflichtet.

wird er auch heute noch in der Westschweiz besonders in den Kantonen Freiburg, Waadt, Wallis, Bern und Baselland in geringem Umfang gebaut.

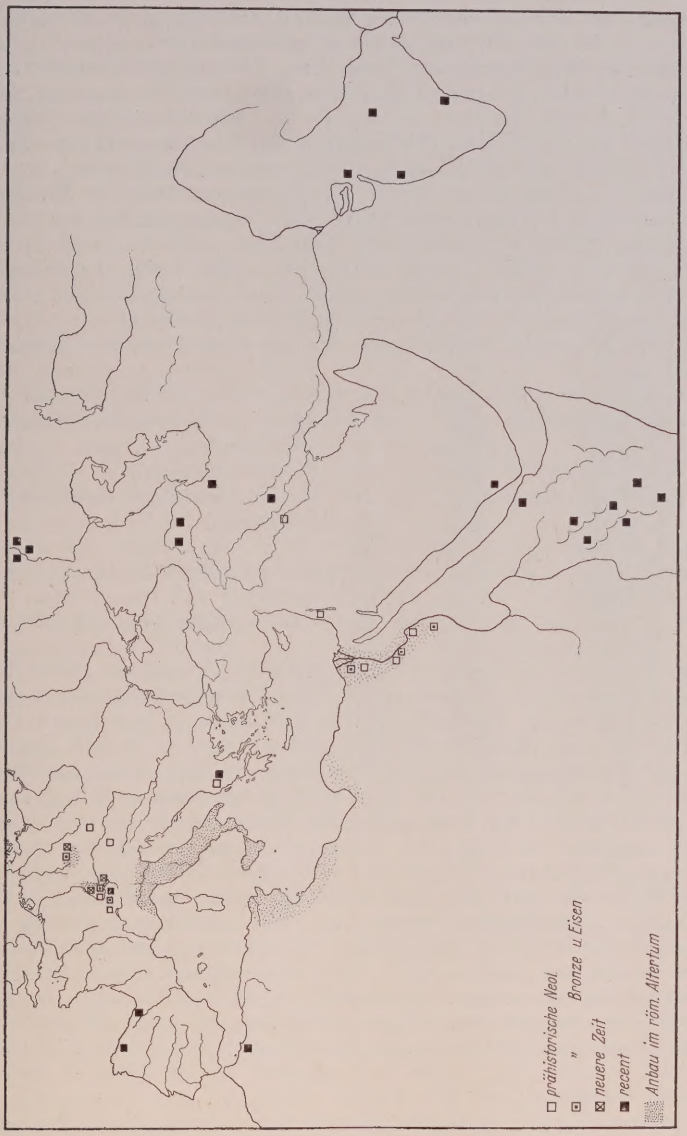


Abb. 12. Verbreitung des Emmers, *Triticum dicoccum*, seit dem Neolithikum.

Nach Stoletova sollen noch 1918 in Schwaben 54,1 %, in Hohenzollern-Sigmaringen 67,5% der Getreideanbaufläche (in Deutschland im ganzen 154,242 ha) mit Emmer bestellt sein „bei dem primitiven Völkerstamm der Schwaben".

Abgesehen davon, daß ethnographisch die Schwaben wohl kaum als primitiver Völkerstamm zu bezeichnen sind, scheinen die Angaben über den Umfang des Emmerbaus in Schwaben auf den oben erwähnten Irrtum zurückzugehen (siehe bei *monococcum*), der sich auf dem Umweg über die Bezeichnung „small spelt" für *Tr. monococcum* in die Literatur eingeschlichen und dann weiter getragen hat, weshalb hier überhaupt näher darauf eingegangen wird. Hierauf geht vermutlich auch die Bezeichnung „Spelz" in der amerikanischen Pflanzenzüchtung zurück, über die Clark (1924, S. 193) berichtet. *Spelta* wird dort gar nicht gebaut. Stoletova fügt zu ihrer Angabe die Bemerkung, daß in den genannten Gebieten *Tr. dicoccum* und *T. Spelta* unter dem Namen Emmer zusammengefaßt wird. Die Sache liegt vielmehr so, daß es sich nur in allergeringstem Maße um *Tr. dicoccum*, sondern meist um *Tr. monococcum* (small spelt) handelt; daß ferner die Zahlen für die Summe Spelz + Einkorn in den Statistiken meist als „Spelz" (nicht als Emmer) zusammengefaßt gelten, wobei dem Spelz (siehe die Zahlen dort) bereits vor dem Kriege der weitaus größte Anteil zuzusprechen ist (bis 0,1 % Einkorn gegen 20—50 % Spelz in den angeführten Gebieten).

Von diesen Emmer-Arealen stehen mit den vier prähistorisch festgestellten in Beziehung:

mit dem ägyptisch-syrischen:	1. 8. 6. Abessinien, Arabien (Marokko ?),
mit dem nord-alpinen:	9. 10. Spanien, Schweiz, Vorarlberg, Süddeutschland,
mit dem bosnischen:	2. 3. Serbien, Rußland,
mit dem altbabylonischen:	4. 5. Persien (Luristan), Kaukasus, Transkaukasien.

Indien steht für sich.

Gehen wir von den historisch-geographischen Betrachtungen zu den biologisch-geographischen zurück, die sich wesentlich auf die rezenten Formen stützen, so ergibt sich (im Anschluß an Stoletova 1925, Percival 1921, Flaksberger 1928) folgendes Bild:

Der Emmer hat eine verhältnismäßig geringe Variationsbreite; immerhin aber lassen sich eine Reihe von Formen unterscheiden, die für die Anbaugebiete charakteristisch sind (Abb. 13). Die Einteilung von Stoletova in zwei Hauptvarietäten *farrum* Bayle und *rufum* Schübeler muß aus den auf S. 104 angegebenen Gründen — Einteilung lediglich nach besonders in die Augen fallenden Merkmalen — abgelehnt werden; es liegt ihr sicher kein phylogenetisches Prinzip zugrunde. Es ist gewiß nicht so, daß es geographische Rassen von *farrum* und *rufum* gibt, sondern umgekehrt: es haben sich Lokaltypen herausgebildet, die voneinander durch morphologische und physiologische Charaktere verschieden sind, bei denen alsdann weiß- oder rotährige (ganz allgemein verbreitete Paralleltypen!) oder beide Farben nebeneinander, vorkommen. Das hat übrigens Schulz bei Bearbeitung der serbischen Formen bereits 1915 erkannt und betont, und setzt nicht var. *farrum serbicum*, sondern subf. *serbica alba* und subf. *serbica rufa*. Das gilt aber ebenso für die anderen Lokalitäten, für die alemannischen, spanischen, russischen usw., was ganz eindeutig zu ersehen ist, wenn man die „*rufum*"- und „*farrum*"-Formen bei Stoletova nebeneinanderstellt; ja, auch die altägyptischen Inschriften kennen rote, weiße und schwarze Emmer (Schulz 1916, 1918, Scweinfurth 1891).

Percivals Einteilung in: indo-abessinische und europäische Emmer sucht zwar das geographische Prinzip zu verwerten. Sie wird aber weder dem Formenreichtum noch den phylogenetischen Zusammenhängen gerecht. Die 2. Gruppe enthält viel hybrides Material und solches der botanischen Gärten (die ganze Gruppe II, 2). Auch wird die 1. Gruppe von Flaksberger als teilweise zu *durum*

gehörig angesehen. Ebenso wurde aus dieser Gruppe *Tr. dicoccum* var. *persicum* später von VAVILOV als besondere Art hiervon abgetrennt (siehe S. 124), was PERCIVAL indes nicht anerkennt (PERCIVAL 1926).

Bereits 1923 entdeckte HARLAN, daß in Abessinien ein großer Formenreichtum an Emmern besteht. Die russische Expedition von 1927 hat dann, nach Mitteilung VAVILOVS (1927) ergeben, daß in der Tat Abessinien als das Mannigfaltigkeitszentrum und damit als Heimat des Emmers anzusehen ist. Obwohl die Ergebnisse im einzelnen (von STOLETOVA bearbeitet) noch nicht veröffentlicht sind, macht FLAKSBERGER bereits einige Mitteilungen daraus, die für unsere Frage von besonderem Interesse sind. STOLETOVA hat nämlich inzwischen das alte Einteilungsprinzip selbst verlassen und eine Gruppierung in 8 Gruppen (FLAKSBERGER 1928) vorgenommen, die auf dem geographischen Prinzip beruht. Phylogenetisch wichtig sind darin die Beziehungen zwischen morphologischen und physiologischen Merkmalen und geographischem Vorkommen.

1 2 3

Abb. 13. Emmer, *Tr. dicoccum*. Nach PERCIVAL 1921
1 russischer roter Emmer,
2 europäischer roter Emmer,
3 schwarzer Emmer.

Als Ausgangsgruppe sind die abessinischen Formen genannt. Die arabischen (Yemen) sowohl wie die indischen Emmer reihen sich ihnen morphologisch an; alle drei sind besonders frühreif. Im Gegensatz dazu sind die spätesten von allen die alemannischen und spanischen (Pyrenäen), die sich auch morphologisch sehr nahe stehen. Die altägyptischen sind von diesen beiden grundverschieden und „nur mit den anderen 6 Gruppen zu vergleichen". FLAKSBERGER reiht sie auf Grund chemischer Untersuchung des Farbstoffes durch LJUBOMENKO der abessinischen, nicht, wie SCHULZ auf Grund seiner Abstammungshypothese annahm, der persischen Gruppe an.

Kaukasische und persische Emmer sind morphologisch verwandt, während die armenischen von ihnen sehr verschieden sind. Über die Beziehungen der persischen Emmer zum abessinischen Zentrum werden keinerlei Vermutungen geäußert; daß sie den altägyptischen fernstehen, wurde bereits gesagt.

Dagegen zeigen sich botanische Anschlüsse zu den abessinischen Formen bei der folgenden Gruppe, die von Ägypten aus nordwärts über den Balkan nach

Serbien geht; ihnen schließen sich die russischen Typen der Wolga an. Damit stimmt überein, daß die russische Bezeichnung „polba" türkisch-bulgarischen Ursprungs ist (Ljubomirow 1927). Also dürfte der Emmerbau im Wolgagebiet nicht von Süden her, sondern mit den Turko-Bulgaren (heute Tschuwaschen) von der Donau her mitgebracht sein: die russischen Emmer stehen botanisch nicht den persischen, sondern den serbischen nahe. Dagegen besteht nach älteren Angaben, die nachgeprüft zu werden verdienen, Gleichheit bezüglich der Immunität zwischen persischen und russischen im Gegensatz zu der Immunität der westlichen Formen, worin vielleicht eine Konvergenz zu sehen ist.

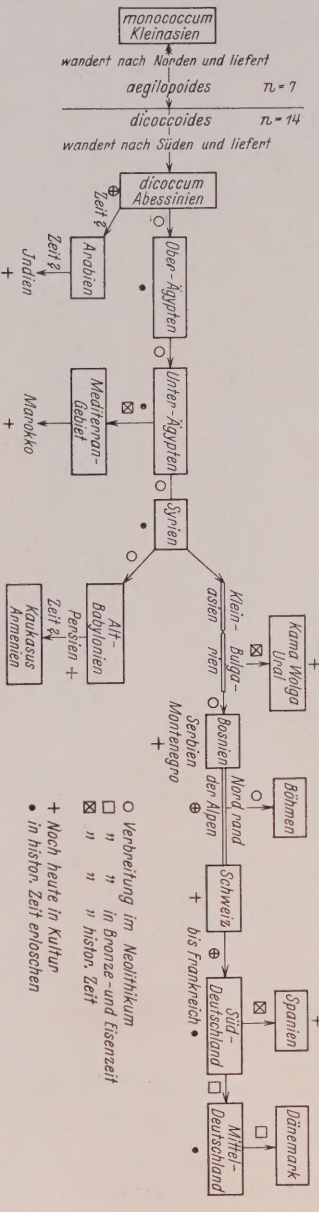


Abb. 14. Schema der Emmer-Ableitung und -Verbreitung.

In Marokko finden sich neben sehr ausgesprochenen Lokalrassen solche Formen, die sich teils den abessinischen, teils den franko-alemanischen nähern; die letztere Angabe ist schwer zu verstehen (Miège 1926).

Im allgemeinen tendieren die nördlichen und nordwestlichen Formen zu Frohwüchsigkeit und Großkörnigkeit, die östlichen und nordöstlichen dagegen sind zarter und kleinkörniger (Flaksberger 1928).

Versucht man, sich aus den archäologischen, geschichtlichen, ethnographischen und den botanischen (pflanzengeographischen, morphologischen und physiologischen) Angaben ein einheitliches Bild über die Entwicklung und Ausbreitung des Emmerbaus zu machen, so dürfte sich etwa folgendes ergeben (Abb. 14):

Wenn man an der Theorie Vavilovs, daß das Mannigfaltigkeitszentrum Ursprungszentrum einer Pflanzenkultur ist, festhalten will, muß als Heimat der Emmerweizen Abessinien anerkannt werden. Von Abessinien aus ist in prähistorischer Zeit der Emmerbau nach Ägypten nordwärts, nach Syrien nordostwärts, nach Arabien ostwärts getragen. Von Arabien kam er nach Indien; zu welcher Zeit ist unbekannt; wahrscheinlich erst in historischer Zeit, da über alt indische Emmernamen keine Angaben vorliegen. Dafür spricht auch, daß nach Howard alle indischen Emmer einem Typus angehören.

Über Syrien (Bibel) muß der Weg nach dem alten Babylonien geführt haben; Obgleich die Ausgrabungen in Gezer (Palästina), bis zu der Zeit um 2500 zurückgehen und viel Material zutage gefördert haben, können die Bestimmungen der dort gefundenen pflanzlichen Objekte wenig befriedigen (Frimmel, Macalister bei Hrozny 1914). Nach Macalister gehen sie in der Hauptsache auf die bei den Ausgrabungen beschäftigten Arbeiter zurück; so ist es verständlich, daß über die Weizenart nichts ausgesagt ist. Frimmel hat ein einzelnes Korn als Gerste, eine andere kleine Probe, im wesentlichen nach den Maßen, als *Triticum turgidum* bestimmt. Über Syrien, wo nach E. Meyer von Anfang an der Austausch zwischen den alt-babylonischen und alt-ägyptischen Kulturen sich vollzogen haben muß, wird auch der Weg von *Tr. dicoccum* gegangen sein. Diese Verbreitung fällt in die allerfrühsten Zeiten des Ackerbaus, da die alt-babylonischen Urkunden ebenso alt sind, wie die ältesten ägyptischen Funde. (Tello ca. 3100 v. Chr. — Dashur-Pyramide ca. 2600 v. Chr.)

Für die Ableitung von *dicoccum* wird unten noch eine 2. Theorie gebracht (S. 101), für welche die folgenden Feststellungen wichtig sind. Es war bereits erwähnt, daß die heutigen „persischen" und die kaukasischen Emmer eine morphologische Gruppe bilden, während die armenischen von ihnen abweichen. Dieser zwischen zwei verwandte Formen eingeschobene morphologisch-abweichende Keil ist um so auffallender, als die Armenier, die dortigen Träger der Emmerkultur, derselben Völkergruppe angehören, wie die kaukasischen Emmerbauer, während die südpersischen Formen, in Luristan, von Kurden (Bachtiaren) gebaut werden. Man muß also wohl annehmen, daß unabhängig von den jetzt ihn betreibenden Völkern der Emmerbau in dem ganzen Gebiet von Mesopotamien bis zum Kaukasus uralteingesessen war und von einem Stamm zum anderen übernommen, sich in diesen Gegenden durch alle wechselnden Kulturen hindurch erhalten hat, am zähesten gehalten bei stark konservativen Stämmen (vgl. die ähnliche Entwicklung in der Beziehung Alemannen und Spelz).

Der nächste prähistorisch festgelegte Punkt ist Bosnien, wo aus neolithischen Pfahlbauten Emmer reichlich nachgewiesen ist. Die übliche Annahme, daß der ägyptische Emmer über Griechenland nach Bosnien gekommen ist, ist durch nichts bewiesen. Es muß vielmehr, was an anderer Stelle zu beweisen versucht wird (siehe *vulgare*, S. 118), der Weg über Syrien, Kleinasien und den Nordbalkan gegangen sein. Diese Annahme läßt sich botanisch wie ethnologisch stützen. Es ist anzunehmen, daß sich der heutige Anbau in Serbien, Montenegro, Kroatien ebenfalls kontinuierlich an jene Zeit anschließt, nicht an die Verbreitung des ägyptischen Emmers durch das römische Reich geknüpft ist. Wie gezeigt steht dem heutigen serbischen Emmer botanisch der russische Emmer sehr nahe, der von turko-tatarischen (Baschkiren) Tschuwaschen gebaut wird (Ljubomirow 1927), die Nachkommen der alten Wolga-Bulgaren sind. Auf Grund der botanischen Zusammengehörigkeit ist deshalb anzunehmen, daß die alten Bulgaren bereits in der ersten Heimat am Westufer des schwarzen Meeres, im Balkan und Donaudeltagebiet den Emmerbau betrieben und nach Osten mitgebracht haben. Dieser östlich-gerichtete Ast der Emmerverbreitung ist also in viel spätere Zeit zu verlegen, bestätigt aber unsere Annahme, daß die Wanderung nach Europa über Kleinasien und dem nördlichen Balkan gegangen ist.

Örtlich folgen nun die neolithischen Funde in den Alpen. Aus ihnen folgt, daß im Früh-Neolithikum der Emmer den Alpenzug entlang wanderte, bis er sich in der Westschweiz staute, noch in der oberrheinischen Ebene ausbreitete und von dort aus nordwärts zur Bronzezeit (vgl. S. 91 oben) bis Mittel- und Nordwestdeutschland, bis Dänemark vorstieß.

Tabelle 17. Verbreitung von Emmer *Tr. dicoccum*

Neolithikum	Bronzezeit	Altertum	Neue Zeit	Heute
Ägypten	Ägypten	Ägypten	nach Dalla Torre: Vorarlberg nach Sauter	Schweiz nach Schweizer Statistik
Syrien Gezer	Schweiz Petersinsel (BielerSee) Zürich Neufchâteler See Mörigen Wollishofen Roselet (Lac d'Ann.)	Mesopotamien	Lechtal nach K. Müller	n. Kosanin: Serbien rein und in Mischsaat mit Roggen
Mesopotamien Nippur Babylon		Griechenland	Klostertal nach Braungaert	
Bosnien Ripač	Schwaben Sirgensteinhöhle	Römisches Reich bis ins 2. Jahrhundert stark verbreitet	Württemberg	n. Azzi: Spanien Bilbao) bei Asturien) Basken
Österr. Küstenland Brioni	Nieder-Österreich Mistelbach		Thüringen nach Schulz	
Böhmen Kl. Czernosek	Dänemark Laaland		Baden	n. Howard: Indien Bombay Madras Mysore Zentralprovinzen
Schweiz bis Frankreich Wangen Robenhausen Wauwil Ct. Luzern Thuner See Zürich Lac d'Annecy Lac de Chalain	**Eisenzeit**	**Mittelalter**	Schweiz nach Christ	
Süddeutschland Baden Württemberg	Forchheim, Frk. Jura	Ägypten bis 15. Jh.	Spanien Asturien nach Körnicke Navarra nach Willkomm u. Lange	Abessinien
Belgien [1]		Mesopotamien bis 10. Jh. bei Kurden	Persien Luristan nach Hausknecht, 19. Jh.	Marokko
Dänemark [2]		Gebiet der Alemannen		Rußland Kama-Wolgagebiet
		Mitteldeutschland		Transkaukasien
				Nordwest-Persien

1) nach Neuweiler. 2) nach Hoops (Madsen, Sarauw), vgl. S. 91.

Die Einwanderung in die Pyrenäen ist möglicherweise erst in die Zeit der Völkerwanderung zu setzen, weil die Basken (DE CANDOLLE) keinen eigenen Namen für den Emmer haben. Vielmehr wird er auch in Spanien mit dem lateinischen Namen escandia[1]) — übrigens daneben auch espelta — bezeichnet.

Wie Tab. 17 u. Abb. 14 zeigt, finden sich unsere ältesten Funde von Emmer etwa aus der gleichen Zeit in allen drei Zweigen des Verbreitungsweges, teils am Beginn, teils wie die sub 3 genannten ganz an den Ausläufern desselben. Das bedeutet aber, daß die Herausbildung des Kulturtypus aus dem Wildtypus in einer Zeit weit vor allen Anfängen der von uns erfaßbaren Kultur liegend gesucht werden muß. Es bedeutet aber auch, daß für die Ableitung von einer oder der anderen Wildform eine Koinzidenz mit heutigem Anbaugebiet (siehe VAVILOVS Argument S. 101) nicht als conditio sine qua non für die Ableitung verlangt werden muß, wenn sie nur innerhalb des Gesamtareals zu finden ist.

1 2 3 4

Abb. 15. Wilder Emmer *T. dicoccoides* KCKE. 1 var. *Kotschyanum*, 2 var. *fulvovillosum*, 3 var. *spontaneonigrum*, 4 var. *Aaronsohni*. Nach PERCIVAL 1921, Fig. 122.

Der „wilde" Emmer.

Wie bekannt, war seit der Entdeckung des wilden Emmers durch AARONSOHN in Palästina bis in die jüngste Zeit die Annahme allgemein anerkannt, daß *Tr. dicoccoides* AAR. die wilde Stammform des Kulturemmers sei. Wir haben deshalb auf diese Form noch näher einzugehen (s. Abb. 15).

Über die Geschichte seiner Entdeckung ist in der Kapiteleinleitung das Nötige gesagt. Die von KOTSCHY und AARONSOHN in Syrien und Palästina gefundenen Pflanzen waren nicht einheitlich (Genaueres bei SCWEINFURTH 1908, AARONSOHN 1909); ja, AARONSOHN betont ausdrücklich den großen Formenreichtum am natürlichen Standort. Besonders bemerkenswert ist die Angabe, daß sich die Formen oft schwer von *Tr. aegilopoides*, mit dem sie vergesellschaftet vorkommen, trennen lassen. AARONSOHN und mit ihm SCHULZ (1913) nimmt deshalb an, daß es sich bei solchen Formen um natürliche Bastarde zwischen beiden handelt. Das sehr schwere Gelingen dieser Kreuzung und die hochgradige Sterilität aus cytologischen Ursachen machen diese Deutung höchst unwahrscheinlich. Vielmehr liegt augenscheinlich ein Fall von Parallel-

1) von scandula — vgl. das bei Einkorn Gesagte.

variation bei *Tr. aegilopoides* und *dicoccoides* vor, die ohnehin schon in ihren „Wildmerkmalen" konvergieren, was dann die Ähnlichkeit erhöhen muß, vgl. Punkt 5, S. 101. Flaksberger vermutete, daß auch die von Schulz als forma *Straussiana* beschriebene Pflanze, die Strauss 1910 in Westpersien gefunden hat und die sich durch die Form ihrer Hüllspelzen *Tr. aegilopoides* nähert, zu diesem gehört. Da sie noch im Blühzustand gesammelt ist, fehlt das Kriterium der gespaltenen Vorspelze und des charakteristisch geformten Korns.

Nachdem indessen Flaksberger das Originalexemplar gesehen hat, läßt er diese Ansicht fallen. Dazu kommt eine zweite wichtige Feststellung (1929, S. 107 in Anmerkung 36), wonach Handel Mazzetti 1910 in Mesopotamien, wiederum vergesellschaftet mit *Tr. Thaoudar* Reut. auch *Tr. dicoccoides spontaneonigrum* Flaksb. gesammelt hat (Herbar Wien).

Damit darf die Verbreitung von *Triticum dicoccoides* über Syrien-Palästina hinaus bis nach Persien-Mesopotamien als gesichert gelten.

Die Pflanze ist in Syrien nach Aaronsohn nie auf Ebenen oder in Steppen gefunden, sondern streng an die Gebirge gebunden, meist in wilden Felsschluchten, an unzugänglichen Stellen. Vavilov erklärt ihr Vorkommen dort aus der Ansammlung von Humus und Nährstoffen (1925, S. 236). Die Unterschiede, von denen Aaronsohn spricht, betreffen nach dem von Körnicke aufgestellten Schema für die 16 Varietäten Farbe der Spelzen und Grannen — also keine sehr wesentlichen Merkmale. 1914 beschreibt Flaksberger noch eine Anzahl weiterer Varianten aus demselben Merkmalskomplex. Das Zentrum der Mannigfaltigkeit der Emmer wie der Dinkel liegt ganz abgetrennt von diesem Gebiet; Vavilov schließt daraus, daß *dicoccoides* deshalb weder für den Ursprung der einen noch der anderen in Frage kommt. Ein weiteres Argument hat Vavilov in der schweren Kreuzbarkeit von *dicoccoides* mit *dicoccum* und der teilweisen Sterilität ihrer Bastarde trotz gleicher Chromosomenzahl gefunden, was auch für die Kreuzung mit *durum* und *persicum* (1925, S. 155) gilt. Aus diesen Tatsachen folgert Vavilov (1927, S. 352) entgegen der bisherigen Annahme, daß „Aaronsohns wilder Weizen nur eine besondere Linnésche Art darstellt, aber nicht den gesuchten Urweizen". Ihm folgt heute Flaksberger in seinen systematischen Arbeiten; auch einige der Experimentalgenetiker neigen zur Zustimmung.

Im folgenden sollen deshalb die für die bisher gültige Ableitung gebrachten Tatsachen dargestellt werden und versucht werden, beide gegeneinander abzuwägen (vgl. auch was in anderem Zusammenhang hierüber gesagt ist, S. 26 ff.).

1. Nach Percival besitzt *Tr. dicoccoides* vier Gefäßbündel im Coleoptil; dies Merkmal findet sich ebenso bei den von Percival angeführten abessinischen und indischen Formen von *dicoccum*. Wie oben gesagt, hält Flaksberger einen Teil der abessinischen Emmer Percivals für *durum*; auch soll das Merkmal der Coleoptilgefäßbündelzahl zu variabel sein, um ihm diese phylogenetische Bedeutung zuzusprechen. Percival vertritt indessen in neuester Darstellung (1927) die Berechtigung seines alten Standpunktes.

2. Die von Vavilov gefundenen Kreuzungsschwierigkeiten fand Tschermak nicht in gleichem Maße. Er gibt den Bastard *Tr. dicoccoides* × *dicoccum* einmal als vollkommen fertil an (1913), einmal als etwas eingeschränkt fertil (1914). Die Versuche verdienten speziell mit dieser Fragestellung wiederholt zu werden. Dies Verhalten erinnert an den Zusammenhang zwischen *Hordeum distichum* und *spontaneum*; doch sind dort die Störungen noch geringer (eigene Versuche). Kihara (1929) findet in der Reduktionsteilung von *durum* × *dicoccoides* keinerlei Störungen, sondern normale Paarung aller 14 Chromosomen.

3. Für die sehr engen Beziehungen zwischen *Tr. dicoccoides* und den Kulturweizen ist endlich noch die „Synthese von wildem Weizen" von Love and Craig

(1919, 1924) aus vulgare × durum anzuführen. Die herausgespaltene fertile Kombinante gleicht den natürlichen *dicoccoides*-Formen sowohl äußerlich als vor allem im genetischen Verhalten (Brüchigkeit, Korn- und Spelzenfarbe). Die Verfasser erörtern die Frage — augensichtlich unter dem Einfluß der Vavilovschen These —, ob nicht vielleicht ihr Resultat so gedeutet werden könnte, daß das wilde *Tr. dicoccoides* als ein seltener Kombinationstyp aus spontanen Kreuzungen hervorgegangen und, weil sehr zweckmäßig dafür ausgestattet, verwildert sei. Diese Deutung dürfte, in Anbetracht der ausgesprochenen Wildgrasmerkmale und des natürlichen Vorkommens in Felsschluchten usw. in dem sehr großen genannten Areal wenig wahrscheinlich sein.

4. Dem Argument, daß *dicoccoides* gerade in einem Gebiet vorkommt, wo heute kein Emmer gebaut wird, wird, abgesehen von dem neuerlich von Flaksberger bestätigten Vorkommen in Persien, auch durch dessen frühere Verbreitung die Beweiskraft entzogen; denn es muß eine Zeit gegeben haben, wo sich die Areale von *dicoccum* und *dicoccoides* völlig überdeckt haben. Wie gezeigt, ist die Entstehung der Kulturweizen aus dem Wildtyp in ungeheuer frühe Zeit zurückzuverlegen. Das Argument, das Vavilov vom Boden seiner Verbreitungstheorie aus, pflanzengeographisch, ins Feld führt, läßt sich ebensowohl im umgekehrten Sinne verwerten. Wenn *dicoccum* aus dem ganzen Gebiet von Ägypten und West-Vorderasien seit historischer Zeit verschwunden ist, so kann sehr wohl *dicoccoides* seit prähistorischer Zeit sein Areal verschoben oder verengt haben. Dies gilt besonders von Ländern, die, wie Abessinien und Ägypten, jahrtausendelanger Kultur unterzogen gewesen sind. Gehalten haben sich die ursprünglichen Typen in der Kultur entzogenen Gebieten und in solchen Formen, die auch gegen natürliche Feinde geschützt sind. Aaronsohn gibt selbst an, man finde sie an vor Ziegen geschützten Stellen — das gleiche berichten neuere Sammler (so Pinner, Tel Aviv nach mündlicher Mitteilung). Vavilov erklärt seine Existenzmöglichkeit dort, wie wir sahen, durch Ansammlung von Humus. Liegt aber der Zusammenhang so weit zurück, so würde es auch verständlich sein, wenn das isolierte Wildgras und die von ihm einmal abgeleiteten Kulturstämme Veränderungen durchgemacht haben, die sie soweit voneinander entfremdet haben, daß trotz unveränderter Chromosomenzahl Kreuzungsstörungen resultieren.

5. In diesem Zusammenhang verdient auch die Ansicht Flaksbergers[1]) Beachtung, wonach *Tr. aegilopoides* und *dicoccoides* sich morphologisch näher stehen als *dicoccoides* irgendeinem der anderen Weizen. Dies ist um so wichtiger, als die morphologische und physiologische Sonderstellung der Einkornreihe sehr stark ausgeprägt ist.

Sollte *Tr. dicoccoides*, dessen Beziehungen zu den übrigen Gliedern der Emmerreihe andererseits nicht zu leugnen sind, nicht doch auch dem Einkorn phylogenetisch näher stehen, als man in letzter Zeit zuzugeben bereit ist? — womit die Brücke zum Verständnis des phylogenetischen Zusammenhanges der ganzen Gruppe *Eu-Triticum* wieder geschlagen wäre — ein Problem, das Vavilov als ein „allgemeines Problem des Ursprungs der Linnéschen Arten" aus der Erörterung ausschließt (1925, S. 167).

Tatsache ist, daß uns der Emmer bei seinem ersten Erscheinen bereits als hochkultivierte Form entgegentritt; seine Aufnahme in die Kultur aus dem Wildbestande, die Zeit, da die älteste Kultur an diesem Grase und mit ihm sich entwickelte, muß noch weit ins frühe Neolithikum zurückreichen.

Ob die Ägypter den Weizen von den Syrern-Babyloniern oder umgekehrt

1) der auf dem Boden der Vavilovschen Ableitungstheorie steht.

erhalten haben, ist allein aus botanischen, allein aus historischen Argumenten nicht zu entscheiden — vielleicht aber aus der Zusammenarbeit beider (SCHIEMANN 1931).[1])

Wie aus den neuesten Darstellungen EDUARD MEYERS hervorgeht, weisen viele Anzeichen darauf hin, daß die oberägyptische Kultur von Abessinien ausgegangen ist, während dieses Zusammenhänge mit Yemen, jenseits des roten Meeres, erkennen läßt. Wie gezeigt, fallen die ältesten Funde bzw. Darstellungen des Emmers in Mesopotamien und Oberägypten zeitlich annähernd zusammen. Diese Tatsache zwingt dazu, einen Zusammenhang zwischen dem Areal der Pflanze und dem Wohngebiet der sie bauenden Menschenrasse anzunehmen. Und dafür bieten sich zwei Möglichkeiten. Die eine — die von VAVILOV vertretene: Ausgang der Kultur vom heutigen Mannigfaltigkeitszentrum der Pflanze, Abessinien aus; dann muß Mesopotamien zeitlich, weil räumlich, nachfolgen. Die andere — Ausgang der Kultur, aufgebaut auf einen eventuell primitiveren Typus, von einem früheren Verbreitungsgebiet der Wildform in einem früheren Verbreitungsgebiet einer erstmalig in die Kultur tretenden frühneolithischen Rasse. Nur diese Lösung scheint uns dem wenigen, was wir botanisch wie ethnologisch wissen, gleichzeitig gerecht zu werden.

Die Entwicklung wäre dann so zu denken: Der Sprung vom diploiden zum tetraploiden Typus ist im Zustande des Wildgrases erfolgt, im Areal von *Triticum aegilopoides*, das früher größer gewesen sein mag[2]). Danach hat sich *Tr. aegilopoides* mehr in nördlicher und westlicher, *Tr. dicoccoides* mehr in südlicher und östlicher Richtung verbreitet. Im Areal des einen, Kleinasien, vollzog sich der Fortschritt zu *monococcum*, im Areal des anderen, von dem das heutige Verbreitungsgebiet von *dicoccoides* (nach Analogie angenommen), möglicherweise nur ein Teil ist, der Fortschritt zu *dicoccum* — zu einer Zeit, da das genus „Mensch", wie E. MEYER sagt, „eine Stufe seiner Entwicklung erreicht, die allen den Menschengruppen (oder Völkern), die ihrer Veranlagung nach überhaupt über dies Stadium hinausgelangen konnten, den Eintritt in diejenigen Bahnen ermöglichte, die zur Entstehung einer weiter fortschreitenden Kultur und zum Eintritt in ein historisches Leben führten". E. MEYER setzt das um das Jahr 5000.

Im Weiterwandern — nun immer mit dem Kulturmenschen dieser frühesten Epoche — kam der Emmer im abessinischen Hochland an eine pflanzengeographische, an eine klimatische und ökologische Grenze seiner Verbreitung, wie das S. 61 bereits ausgeführt ist. Hier staute er sich und hier konnte sich deshalb ein Formenmannigfaltigkeitszentrum — im Sinne VAVILOVS — ausbilden. Der starke Abschluß, in den in späterer Zeit kulturell Abessinien geraten ist (vgl. Kap. 3, S. 62) erklärt es, daß der ganze Reichtum an Emmerformen, der sich heute in Abessinien findet, dort festgehalten ist, daß diejenigen Formen von Emmer, die in die Kulturwelt hinausgewandert sind — und dies eben in allerfrühester Zeit (Früh-Neolithikum) — verhältnismäßig einförmig sind.

Die gleichen Gedankengänge ermöglichen es auch, für die hexaploiden Weizen die Anerkennung der VAVILOVschen Genzentrentheorie mit dem Anschluß an die uns bekannten Wildtypen zu vereinen. Wie immer die Theorien für die Entstehung der Dinkelweizen aussehen, ob sie mit Hybridismus, Chromosomenaberration oder mit beiden arbeiten, der Zusammenhang mit der Emmergruppe geht in jede derselben ein. Aus historischen Gründen können es nicht die Nackt-, müssen es die älteren Spelzformen sein. Es muß also die erste Entstehung der hexaploiden Form (oder Formen) noch innerhalb der Grenzen des Emmerver-

1) Zusatz bei der Korrektur.

2) Damit wird *dicoccoides* als autopolyploid gedeutet. Die gleiche Ansicht vertritt PERCIVAL (1930), vgl. S. 131.

breitungsgebietes gedacht werden. Nehmen wir hierfür die Ostverbreitungsgrenze, den Rand des Hochlandes von Iran an — lassen wir die neuen Typen sich langsam wandernd nach Osten ausbreiten, so kommen sie auch hier, ebenso wie die Emmer in Abessinien an eine klimatische und ökologische Verbreitungsgrenze. Auch hier staut sich der Strom, und es entsteht das, was VAVILOV als das Mannigfaltigkeits-, als das Genzentrum der hexaploiden Weizen erkannt hat. Daß unter diesen die heute an Bedeutung und Zahl stark zurücktretenden *compactum*-Typen die älteren gewesen sein müssen, wird an anderer Stelle gezeigt (S. 113, hierzu SCHIEMANN 1931[1])).

Stärker als das abessinische Zentrum hat von jeher und fortwährend das innerasiatische Zentrum im Kontakt der Weltkulturen gestanden und daher in viel größerem Maße von seinem Formenreichtum abgegeben; deshalb ist der Endemismenbestand verhältnismäßig geringer als der in Abessinien; der Formenreichtum in der Peripherie des Verbreitungsgebietes der Dinkelweizen größer als der von *dicoccum*.

Als weiteres 6. Argument für die Ableitung des Emmers von *Tr. dicoccoides* ist noch die Gleichartigkeit der Erscheinungen bei den anderen Getreidearten heranzuziehen, über die in Kap. 2 (S. 26) gesprochen wurde.

Es soll noch ein Wort über den „schwarzen Emmer" gesagt werden, der in PERCIVALS Exsikkatenwerk die Bezeichnung „Germany" trägt und unter die „europäischen Emmer" gestellt ist. PERCIVAL zitiert KOERNICKE, welcher glaubt, er sei afrikanischen Ursprungs; HEUZÉ sagt, er komme aus Abessinien. Die Angaben dieses Emmers gehen nur bis zum Beginn des 19. Jahrhunderts zurück. SERINGE (1818), METZGER (1824) kennen ihn nur aus Gärten. 1826 wurde nach KRAUSE an der Landwirtschaftlichen Versuchsstation Weimar ein kleines Quantum zu Versuchszwecken an die Mitglieder verteilt. HEUZÉ berichtet, daß er in Sizilien, Afrika und den Balearen gebaut wird, „während seine Kulturen in Südfrankreich nicht befriedigt haben". Daraus darf man wohl schließen, daß er selbst in Südfrankreich nicht einheimisch ist; er gehört also sicher in die abessinisch-ägyptische Gruppe und ist augenscheinlich zu Beginn des 19. Jahrhunderts von Reisenden nach Europa gebracht worden. Der deutsche und französische Emmer ist der gleiche und ist ein ganz anderer Typus als der sehr robuste, dickhalmige schwarze samtige Emmer. Nach dem, was wir nach VAVILOV über die Anhäufung dominanter Merkmale in den Genzentren wissen, gewinnt die Annahme, daß diese Form abessinischer Herkunft sei, an Wahrscheinlichkeit. Nach SCHULZ (1918) war schwarzer Emmer bereits im alten Ägypten bekannt.

d) *T. vulgare*[2])

Seit langem hat die außerordentliche Vielförmigkeit der *vulgare*-Weizen, der weichen Kulturweizen, das Interesse und die Aufmerksamkeit der systematischen Botanik erregt, ohne daß der Formenreichtum in seiner ganzen Fülle erfaßt wurde. VAVILOV gebührt das Verdienst, den ungeheuren Schatz, der gewissermaßen unberührt vor seiner Tür lag, im südwestlichen Zentralasien erkannt und mit vorbildlicher Initiative der Erforschung zugänglich gemacht zu haben. Das auf Grund verschiedener Expeditionen nach den in Frage kommenden Gegenden heute in einer gewissen Vollständigkeit erfaßte Material ist in einer 1. Veröffentlichung 1923: A contribution to the classification of soft wheats niedergelegt und in späteren Einzelarbeiten ergänzt und erweitert worden, ohne daß an den hier niedergelegten Grundlinien viel geändert worden ist.

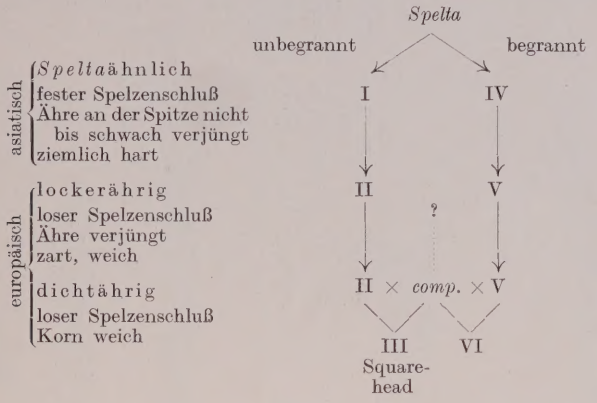
1) Zusatz bei der Korrektur.
2) Literatur siehe S. 66.

Körnickes Versuch von 1885, das damals bekannte Material zu ordnen, führte zu einer Einteilung in 22 Varietäten, der wir heute einen systematischen Wert überhaupt absprechen müssen. Die auf die Merkmale Begrannung, Behaarung, Ährenfarbe und Korn aufgebaute Einteilung stellt nichts anderes dar, als das Schema einer 5- bis 6-faktoriellen Mendelschen Aufspaltung beliebig ausgewählter, besonders augenfälliger Merkmale. Es wäre richtiger, heute die so gewonnenen Einheiten als „combinatio" nicht als „varietas", zu bezeichnen; mit dem, was in systematisch-phylogenetischem Sinn als Varietät zu bezeichnen ist, haben sie nichts zu tun; denn es ist ohne weiteres klar, daß beispielsweise Körnickes var. *erythrospermum* begrannt, unbehaart, Ähre weiß, Korn rot, vom weißkörnigen *graecum* nur durch die rote Kornfarbe unterschieden, unter Umständen Formen umfassen könnte, die nach anderen, hierbei nicht berücksichtigten Merkmalen weit eher als „Varietäten" im systematischen Sinne voneinander getrennt zu werden verdienten. *Erythrospermum* ist von *graecum* (laut Definition) nicht stärker unterschieden, als die durch Nilsson-Ehle entdeckten drei Stufen von *erythrospermum* mit 1, 2 bzw. 3 Rotfaktoren untereinander. Die systematische Gliederung der var. *ferrugineum* (von *erythrospermum* nur durch die rote Spelzenfarbe unterschieden) durch Baroulina zeigt zur Evidenz, daß die Zusammenfassung unter das *ferrugineum*-Merkmal eine rein äußerliche ist. In den von Vavilov in Persien-Mesopotamien beschriebenen gescheckten Formen sind umgekehrt durch die Farbmerkmale von Spelzen und Korn Formen auseinandergerissen, die phylogenetisch gedacht, eher zu einer varietas zusammengefaßt zu werden verdienten (Schiemann 1929). Und doch ist dies Prinzip, obwohl von Vavilov bereits 1923 als im Grunde unzulässig erkannt und anerkannt, in allen späteren Arbeiten der russischen Schule beibehalten und bei der Aufstellung und Benennung der „Varietäten" neu untersuchter Gruppen bis heute angewendet worden, was nicht nur zu einer außerordentlich starken Belastung mit Namen, sondern vor allem zu einer Verwischung der natürlichen Verwandtschaftsverhältnisse geführt hat, die für eine nach modernen Gesichtspunkten phylogenetisch orientierte Systematik gerade die wichtigsten sind. Es ist deshalb zu begrüßen, daß auch Flaksberger neuerdings in einem Aufsatz: „Über künstliche und natürliche Klassifikation des Weizens" (1929) zu dieser Methode kritisch Stellung genommen und einen ersten Versuch gemacht hat, ein natürliches System der Weizen aufzustellen, in welchem das in den letzten Jahren zusammengetragene sehr reiche Material seinen Pflatz findet. Flaksberger folgt der von Vavilov (1923, S. 247) gegebenen (aber selbst nicht weiter verwendeten) Gruppeneinteilung, welche charakteristische Ähren- und Pflanzentypen an bestimmte geographische Areale gebunden — ökologische Gruppen — zusammenfaßt.

Voraufgegangen waren zwei frühere Versuche, zu einer Ordnung zu kommen. Der eine, etwa gleichzeitig mit Vavilov, von Percival, der ebenfalls eine geographische Gruppierung zugrunde legt, ohne jedoch ein wirklich einheitliches Prinzip der Einteilung zu haben. Auch sind vielfach Formen gleichwertig nebeneinander gestellt, die es gewiß nicht sind, denn es ist wie beim Emmer viel unsicheres, anscheinend hybrides Material mit aufgenommen. Percival schließt, wie Vavilov, *Tr. compactum* als besondere Art aus; die Untereinteilung folgt Körnicke. Ferner hat Flaksberger bereits 1915 selbst ein phylogenetisch durchdachtes System gebracht. Die Grundlagen, auf denen sich dieses aufbaut, die Ableitung von *Spelta*, werden indessen heute, auch vom Verfasser selbst, nicht mehr als richtig anerkannt. Die erste Flaksbergersche und Vavilovs Einteilung kommen sich, da sie beide auf das reichhaltige südwestasiatische Material aufgebaut sind, nahe. Flaksberger hat sie

1928 zu seinem neuen System verarbeitet. Die vier Systeme seien hier wiedergegeben.

I. Flaksberger 1915 (B. a. B. 8I, S. 191—192). (Schema von mir.)



II. Percival 1921 (The wheat plant, S. 270 ff.).

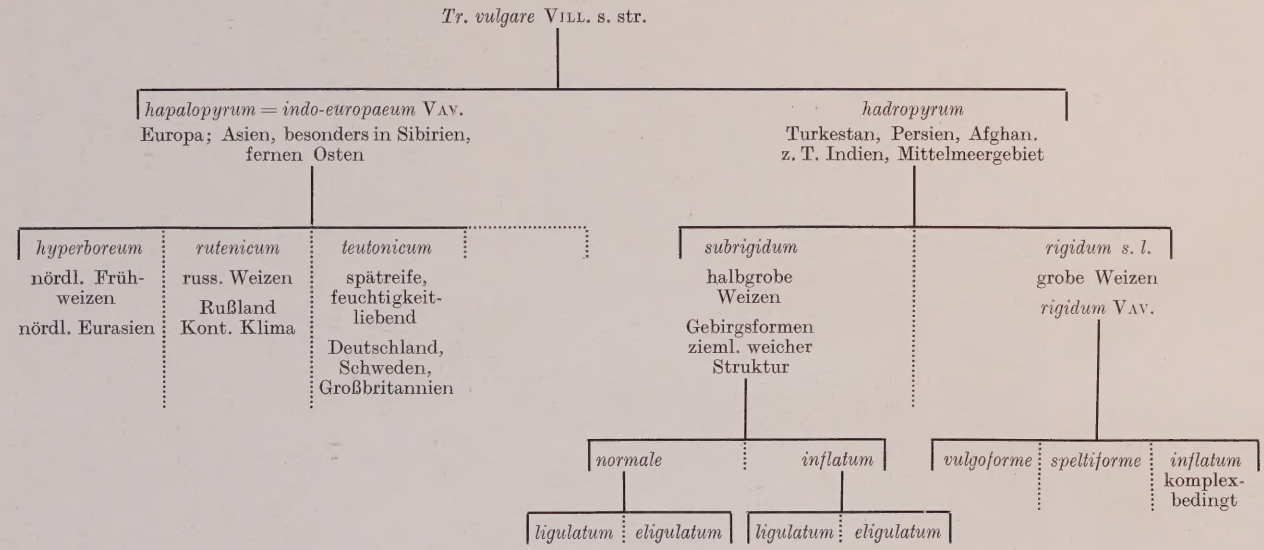
1. Asiatisch endemische Weizenformen aus Indien, Persien, Turkestan; früh, schnellwüchsig; Ähren meist locker; Gr. abstehend, zart.
2. Endemische persische und mittelasiatische Weizen mit lockeren quadratischen Ähren und geschwollenen Ährchen, Ä. steif, Gr. aufrecht.
3. Formen, die „Spelta" nahestehen[1]) (entsprechend Flaksberger IV), endemisch für Persien, Buchara, Turkestan: Spindel zerbrechlich.
4. Endemische japanische und chinesische Weizen; sehr früh; Ä. ziemlich dicht; Spelzen sehr zart, lockerer Schluß.
5. Formen, die in Spanien, Portugal, Italien, den Vereinigten Staaten, Kanada, Argentinien angebaut werden, hauptsächlich Sommerweizen. Ä. locker und flach (Fl. II u. V).
6. Winterweizen, die an die vorhergehende Gruppe erinnern, bes. Osteuropa, Kanada, Vereinigte Staaten (Fl. II u. V).
7. Weizen vom Squarehead-Typus, Winterweizen von Westeuropa (Fl. III).

III. Vavilov 1923. (B. a. B. 13, S. 247.)

1. *Rigidum, grobährig.* Grobe brüchige kurze, am Grunde breite Grannen, fester Spelzenschluß; Hüllspelzen mit Einschnitt vor dem Endzahn; Endzahn lang (7 mm). Spelznerven stark; Nerven gezähnt. Korn oft glasig. Verbreitung: SW-Asien, Turkestan, Persien, Buchara, in trockenen Distrikten — Bewässerungskultur.
2. *Speltiforme.* Spelzähnlich, mit breiten, abgestutzten Hüllspelzen, kürzeren Grannen, lockere, schmale, lange Ähren, Hüllspelzen grob, mit deutlichem Nerv auf dem Kiel. Verbreitung: SW-Asien, Turkestan, Buchara, Persien. (In Turkestan auf den Ebenen und Tälern; siehe folgende = IV Fl.; = III Perc.) Hierzu nichtbewässerte Weizen.
3. *Indo-europaeum.* Indo-europäische oder arische Gruppe; umfaßt die kultivierten Weizen in Europa und Sibirien, selten in SW-Asien, dort nur in größeren Höhen in Afghanistan, Pamyr und Turkestan. Sehr

1) show affinities.

IV. Flaksberger 1929 (Fedde Repert., Beiheft 56, S. 116)



formenreich, enthält begrannte und unbegrannte Typen, stark durch die Kultur verändert.

IV. Flaksberger 1929. (Fedde Repert. Beiheft 56.) (Siehe Schema S. 106.)

Aus dieser ganzen großen Mannigfaltigkeit von weichen Weizen kommt für die Weltkultur nur ein verhältnismäßig geringer Teil in Betracht[1]). Für eine

Abb. 16. Die Haupttypen der für die Weltwirtschaft wichtig gewordenen *vulgare*-Weizen.

Phylogenie der Kulturpflanzen entsteht die Frage, wie sind gerade diese Formen entstanden, wo müssen wir den Ursprung der uns an ihnen wertvollen Eigenschaften suchen.

1) Obgleich nach Flaksberger (1928) von allen *Triticum*-Arten zusammen mehr als 100 Millionen t Korn, auf mehr als 100 Millionen ha Ackerland gebaut, etwa 0,8% des gesamten Festlandes einnehmen.

Die heute meist gebauten Gruppen sind begrannte und unbegrannte Formen der indoeuropäischen Gruppe (Abb. 16). Vom landwirtschaftlichen Standpunkt lassen sie sich in Landsorten und Zucht- bis Hochzuchtsorten scheiden[1]).

Die Landsorten sind durch lockere Ähren, eiweißreiches (glasiges) Korn, Frohwüchsigkeit und physiologisch außerordentlich starke Anpassung ausgezeichnet.

Die Zucht- und Hochzuchtsorten sind — im allgemeinen — dichtähriger, anspruchsvoller, infektionsempfänglicher, mehlreicher, dafür aber ertragreicher als die Landsorten; in beiden Gruppen sind Sommer- und Winterweizen zu unterscheiden (vgl. Kap. 2). Zu den Hochzuchtsorten gehört als besondere Form der *Squarehead* (Dickkopf), der als neuer Typ im letzten Viertel des vorigen Jahrhunderts erscheint. Daneben steht mit sehr beschränktem Anbauareal der Zwergweizen *Tr. compactum* Igelweizen, (begrannt), Binkelweizen (unbegrannt), club wheat.

Es sind an dieser Stelle die beiden Gruppen von Zwergweizen anzuführen, die zu den hexaploiden Weizen gehören und von den meisten Autoren als besondere Arten aufgefaßt werden, deren Verbreitungsgebiet aber innerhalb des *vulgare*-Areals liegt: der eben genannte, *Tr. compactum* Host und *Tr. sphaerococcum* Perc., der indische Zwergweizen.

Während das Mannigfaltigkeitszentrum von *Tr. compactum* mit dem von *vulgare* ganz zusammenfällt, ist *Tr. sphaerococcum* für Indien endemisch. Sein Zentrum ist also etwas nach Süden verschoben. Wie unten gezeigt wird, läßt sich die Abtrennung von *compactum* auf Grund sowohl genetischer wie cytologischer Resultate nicht rechtfertigen. Flaksberger (1922) bewertet die *compactum*-Formen bei *vulgare* nur als Unterform, da entsprechende dichte Formen auch bei allen andern Weizenarten vorkommen. Experimentelle Versuche über die Beziehungen von *sphaerococcum* zu *vulgare* und *compactum* liegen aber noch nicht in genügendem Umfange vor (Miczynski 1930), um der Abtrennung dieser Gruppe als Art gegenüber Stellung nehmen zu können; das ist an dieser Stelle um so weniger notwendig, als *sphaerococcum* jedenfalls einen Seitenzweig darstellt, der bei der Formung unserer heutigen Kulturweizen keine Rolle gespielt hat. Anders liegt das bei *compactum*.

Nach Vavilov liegt das Zentrum der Mannigfaltigkeit der Gesamtart *Tr. vulgare* (also unter Einschluß der beiden Zwergweizen), das Genzentrum, in den gebirgigen Hochländern von SW-Asien: Süd-Buchara, nördliches und südöstliches Afghanistan und Nordwest-Indien (siehe Abb. 17). Hier herrschen die dominanten Eigenschaften vor: dichte Ähre, dunkle Ährenfarbe, Behaarung, der *inflatum*-Typ u. a. Nach der Gentheorie haben sich diese Formen vom Zentrum aus verbreitet, und dabei sind die herausgespaltenen Rezessivtypen in äußere Lebensbedingungen gekommen, die ihnen unter Umständen einen Vorteil oder wenigstens nicht ein Unterliegen in der Konkurrenz mit den an Zahl überwiegenden Dominanttypen boten. Daher nehmen, je weiter man sich von dem Zentrum entfernt, die Formen mit Rezessiveigenschaften an Zahl zu (weißkörnige, weißspelzige usw.). Soweit die Theorie Vavilovs.

Unter solchen dominanten Eigenschaften, aus denen die rezessiven Merkmale abgespalten werden, nennt Vavilov auch den *compactum*-Ährentyp (compact type of ear, 1927, S. 422). Nun wissen wir durch Nilsson-Ehle, daß der *compactum*-Typ des Weizens durch den Faktor C bestimmt ist, dessen Dominanz so stark ist, daß die Trennung nach 3 C : 1c sehr scharf ist. Konsequent vorgehend, müßte man aus dieser Aufzählung folgern, daß der *compactum*-Typus, also die dichte Ähre, den Primärtypus darstellt, daß die „*vulgare*"-Formen

1) Übersichtliche Zusammenstellung nach diesem Prinzip für Deutschland bei Becker-Dillingen, 1927.

aus ihm als abgespaltene Rezessivformen abzuleiten sind. VAVILOV hat diese phylogenetische Auffassung nirgends vertreten. Da er zudem in diesem ganzen Kreis der Betrachtungen *Tr. compactum* als eine Gruppe für sich, von *vulgare* abgetrennt behandelt, kann er bei dieser Aufzählung der dominanten Faktoren der *vulgare*-Weizen das Gen C nicht gemeint haben. Dann aber geraten wir in einen Widerspruch, denn unter den *vulgare*-Weizen s. str. (also unter Ausschluß von *compactum*) sind die lockeren Formen die dominanten (Faktoren L_1 L_2 . . .). Dieser Widerspruch kann sich indessen lösen: wie später gezeigt wird (S. 113), sind unter den ältesten Weizen, die wir kennen, die *compactum*-Formen überall und meist in der Überzahl vertreten, wo die *vulgare*-Formen (s. str.) vorkommen, in unserem Kulturgebiet sogar fast ausschließlich; man muß deshalb annehmen,

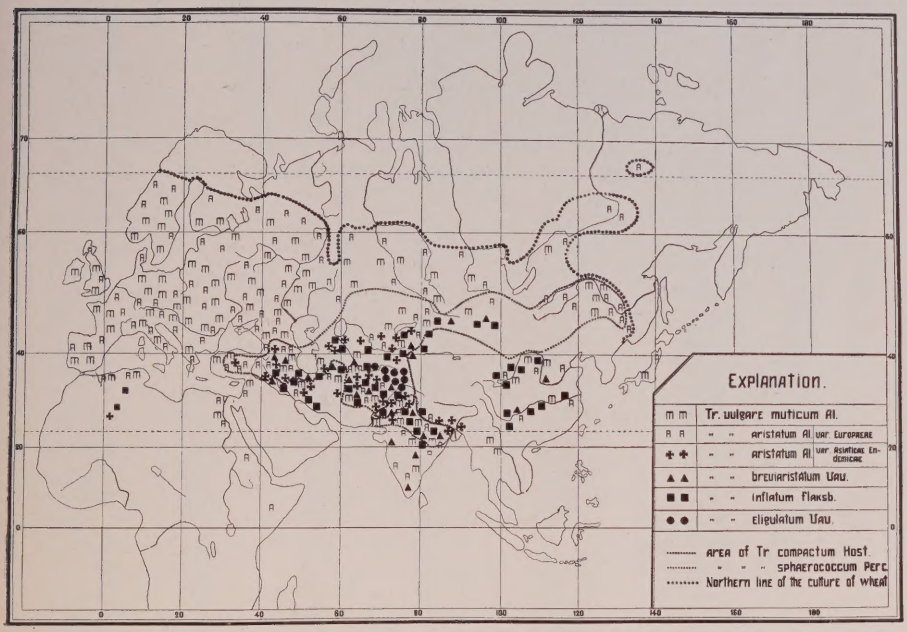


Abb. 17. Geographische Verteilung der botanischen Varietäten von *Triticum vulgare* VILL., *Tr. sphaerococcum* PERC., *Tr. compactum* HOST. Nach VAVILOV 1927/28.

daß die östlichen Zuwanderer Europas als Hauptgut den *compactum*-Weizen mitbrachten. Aus diesem muß — als allererstes Stadium der Formbildung vor oder bei Beginn der Wanderung der *vulgare*-Typus bereits abgespalten gewesen sein und wahrscheinlich ist dieser jüngere Typ, wenn auch an Bedeutung stark zurücktretend, bereits mitgewandert. Der später wohl kaum je wieder aufhörende Nachschub aus dem Osten brachte dann nach und nach, in immer höherem Prozentsatz, zuletzt ausschließlich cc = lockere *vulgare*-Typen nach Westeuropa. Heute haben sich daher die *compactum*-Formen nur noch in ihrem Ausgangsgebiet Innerasien und nach VAVILOVS Karten (s. Abb. 17) in den östlich anschließenden Ländern gehalten. Sie finden sich aber im Westen, was in den russischen Karten fehlt, in größerem Ausmaße in der Schweiz — den österreichischen Alpen und in Skandinavien; in Deutschland noch viel im Mittelalter,

in der neuesten Zeit zuletzt in Thüringen (Schulz 1913), worauf wir gleich noch zurückkommen. Offenbar ist in der lockeren Form ein anpassungsfähigerer Typ

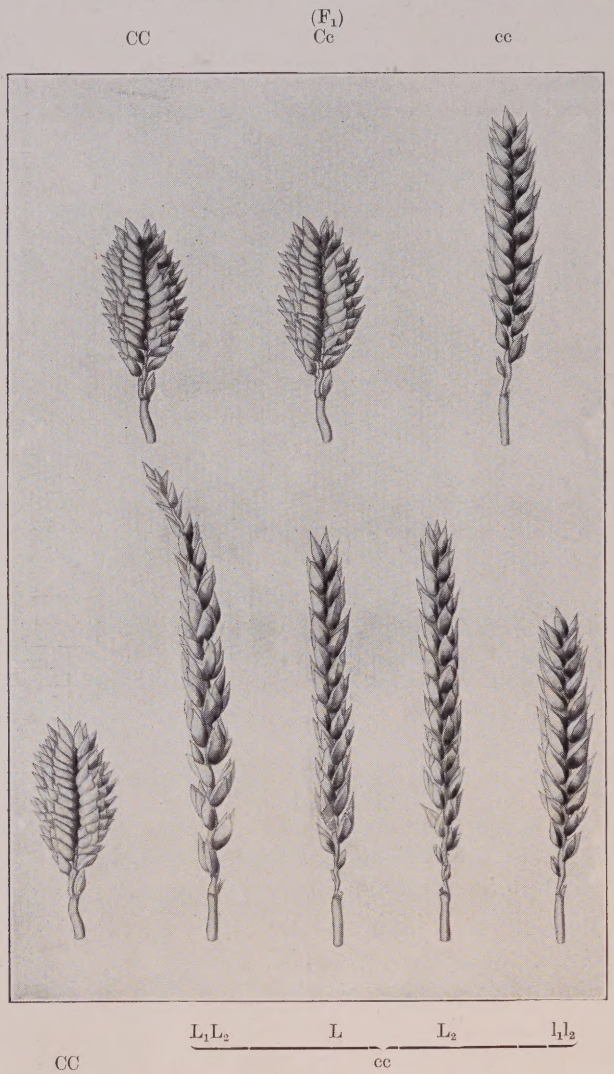


Abb. 18. Aufspaltung nach Dichtefaktoren C—c und L—l bei *vulgare*-Weizen; nach Wandtafel Baur-Goldschmidt.

gegeben, dem dann, sowohl in der natürlichen Ausbreitung als unter der auslesenden Hand des Menschen der dichtährige Typus unterlegen ist.

Wendet man auf die zuerst abgespaltenen rezessiven (cc) Formen nun wiederum die Vavilovsche Dominanztheorie an, so würden beim Vordringen

der *vulgare*-Rassen die lockeren ($L_1L_1L_2L_2$ . . .) als die ursprünglicheren, die dichteren l_1l_1 oder l_2l_2 oder schließlich $l_1l_1l_2l_2$ . . . (= Typus der dichten Hochzuchtweizen) als die abgeleiteten anzusehen sein (Abb. 18). Und in der Tat fügen sich alsdann die folgenden Tatsachen gut den Vavilovschen Vorstellungen ein. Wir sehen nämlich in den beiden, dem ursprünglichen Zentrum näher gebliebenen Gruppen, in *speltiforme* (Abb. 19) durchweg, in *rigidum* größtenteils lockerährige Typen vertreten. Auch die indoeuropäische Gruppe ist in ihren östlichen Vertretern einerseits, in den der Selektion durch den Menschen weniger, nur mehr der natürlichen Auslese unterworfenen Landrassen andererseits fast durchweg lockerährig (Abb. 16 Ähre 5—7). Erst in historisch ganz junger Zeit, mit dem bewußten Züchten in der Mitte des vorigen Jahrhunderts — bei Vilmorin nach dem Ausleseverfahren — beginnen die dichteren Formen an die Stelle der lockerährigen Landrassen zu treten. Die starke Empfindlichkeit dieser Hochzuchtsorten, ihre hohen Ansprüche an Boden und Klima machen es verständlich, warum diese rezessiven Anlagen, in früheren Zeiten, in denen wesentlich natürliche und unbewußte Auslese arbeitete, sich nicht entfalteten — sie mußten stets wieder verschwinden, ehe sie sich den dominanten Merkmalen gegenüber behaupten konnten. Damit wird nun auch das fast plötzliche Auftreten des Squarehead-Typus in den 80er Jahren des vorigen Jahrhunderts verständlich. Die neueinsetzende Kreuzungszüchtung setzte das ganze große in den Kulturweizen enthaltene Gengut in Bewegung — der auffallende Typ erweckte zunächst vielleicht nicht mehr wie Züchterneugier —, die dann durch den Erfolg ermutigt zu praktischem Interesse wurde. Über den Ursprung des Squarehead ist viel diskutiert worden. Uns erscheint die hier vertretene Anschauung nicht nur einfach, sondern auch unter dem Gesichtspunkt der Einheitlichkeit der Erklärungen annehmbar.

Abb. 19. *Triticum vulgare* aus Persien; Typus: *speltiforme*. Nach Pecival 1921 Fig. 173

Bekanntlich ist der englische Squarehead von Shireff die Muttersippe fast sämtlicher heute einen so breiten Raum in der Hochzucht einnehmenden nordeuropäischen und damit den Weltmarkt erobernden Dickkopfweizen geworden (siehe auch Stammbaum Abb. 4).

Damit stehen die Angaben, wonach Squareheads in diesen ersten Zeiten der Auslesezüchtung mehrfach aufgetreten sind, in bestem Einklang. Daß er vollends seit dem Einsetzen der Periode der Kreuzungszüchtung als Kombinationstypus überall herausmendelt, ist selbstverständlich. Durch Einkreuzen mit *compactum* kann die phänotypisch gleiche Form übrigens genotypisch verschieden aufgebaut sein.

Nilsson-Ehle beschreibt Squarehead als c c l l; ebenso formuliert Kajanus 1912, Squarehead rezessiv gegen *vulgare* — ll; 1923, Krz. XI u. XIII, Kolbenform = c c l_1l_1; umgekehrt erhielt Mall 1912 reine *compactum* aus *vulgare* × Squarehead.

Philiptschenko (1927) extrahierte konstante, gegen *vulgare* dominante Squareheadformen aus der Kreuzung *vulgare* (Prélude) × *Tr. compactum creti-*

cum; der Squarehead-Faktor wird Q genannt; er äußert sich nur in ccll (ähnlich Arciszewski 1914).

Es ist ferner nach obigem anzunehmen, daß die Landrassen, abgesehen von ihrer außerordentlichen Anpassung an Boden und Klima, die auf der natürlichen Auslese bestimmter Kombinationstypen beruht (Schiemann 1927), noch einen Schatz ungehobener Gene enthalten, die bei weiterer vielartiger Kreuzung hervorgeholt werden können. Vergleicht man den erstaunlich schnellen Erfolg, den die Züchtungen Nilsson-Ehles gehabt haben, der als eine Komponente seiner Kreuzungen die alten schwedischen Landsorten (Pudelweizen, Sammetweizen) verwendete, mit der Schwierigkeit aus Kreuzung mit Primitivtypen ferner Länder, die gewünschten Kombinationstypen in gut angepaßter Form zu extrahieren, so erkennt man, welch eine Kombinations- und Stabilisierungsarbeit die natürliche Auslese im Laufe der Jahrhunderte — Jahrtausende geleistet hat (Abb. 4). Wenn deshalb heute die Parole insbesondere von der russischen Schule ausgeht, das Ausgangsmaterial für Kombinationszüchtung in den Genzentren zu suchen, so sollen darüber die gut angepaßten Landrassen nicht übersehen werden. Lange ehe Vavilov die Gesetzmäßigkeit dieser Erscheinung vom phylogenetischen Standpunkt aus erkannte, haben von praktischer Seite her Baur (1914) und Tschermak (1915) den Ruf zur Erhaltung unserer Landrassen ertönen lassen. Es geht aus dem Gesagten hervor, daß die Forderung auch heute, wo der Reichtum der Ursprungsländer bekannt geworden ist, an Gewicht nichts verloren hat, damit der Vorsprung, der durch die natürliche Auslese gewonnen ist, nicht preisgegeben wird.

Die Dominanztheorie Vavilovs scheint noch durch eine zweite Eigenschaft der Landweizen ihre Bestätigung zu finden, wenn anders wir die Zeitfolge des Erscheinens der Typen in Mitteleuropa, d. h. in der Peripherie des Verbreitungsgebietes als Maßstab ihres Alters werten wollen. Nach Untersuchungen von H. L. Krause (1911), denen sich einige weitere Arbeiten anschließen, ist durch das ganze Mittelalter bis ins 16. Jahrhundert hinein der unbegrannte Winterweizen die einzige im Anbau übliche Form des Weizens. Was als Grannenweizen beschrieben wurde, hat sich alles auf Einkorn und Emmer zurückführen lassen, so bei Bock: begrannter Sommerweizen = Emmer, unbegrannter schlankähriger Winterweizen = *vulgare*. Das gilt von den Niederlanden, Belgien, dem östlichen Frankreich, ganz West- und Süddeutschland bis Schlesien, Böhmen. Auch in England ist bis zum Ende des 17. Jahrhunderts Winterkolbenweizen gebaut worden. Auch seine Ausbreitung ist verhältnismäßig spät erfolgt; er schiebt den Binkelweizen (*compactum*) nach Norden (Skandinavien) und Süden (Alpenrand) ab (siehe bei *compactum*). Grannenlosigkeit ist aber dominant bedingt — stellt einen Hemmungsfaktor (NN) dar — es würden damit unter den *vulgare*-Weizen die lockeren Kolbenweizen die ältere, die seit dem 17. Jahrhundert von Osten nachrückenden Grannenweizen die jüngere Form des Landweizens darstellen (nn); zu Johann Bauhins Zeiten sind sie noch eine Seltenheit: begrannter Winterweizen wird von Bauhin als etwas Besonderes für Mompelgard erwähnt.

Weiter südlich, in Südfrankreich und Oberitalien, greift Grannenweizen in das Gebiet des Kolbenweizens ein; wir wissen aber, daß in diesem Anbaugebiet — ohne daß diese Unterschiede früher beachtet wurden — der größte Teil des begrannten Weizens *durum*-Weizen ist; um diesen kann es sich bei den hierher gehörigen Angaben möglicherweise handeln.

Was die Landrassen für die west- und nordeuropäischen Länder mit hochstehendem Ackerbau, das sind in den Ländern mit extensiverer Wirtschaft oder mit für unsere Kulturbegriffe noch primitiven Zuchtmethoden die geographischen Rassen. Flaksberger schildert die sibirischen Weizen, die zur indo-europäischen

Gruppe *grex hyperboreum* = nördliche Frühweizen, gehören, als eine innerhalb dieser durch einen Komplex von Eigenschaften besonders charakterisierte, den klimatischen Bedingungen Sibiriens angepaßte Gruppe (1912, 1929). Die südosteuropäischen Formen, serbische, bulgarische, südrussische, zeichnen sich durch eine andere Tracht der Grannen aus; ökologisch sind sie dem Steppenklima, sowie den kürzeren Tagen angepaßt (1912). In FLAKSBERGERS Stammbaum (IV) ist der Beginn einer Einteilung nach diesen Gesichtspunkten gemacht — die punktierte Linie deutet an, daß die Formen mit den bisher gegebenen noch nicht erschöpft sind.

Wir kehren zu dem Ausgangspunkte des Weizens räumlich und zeitlich zurück und fragen, was Archäologie und Geschichte über die Verbreitung der Weizen von diesem auf Grund botanisch-biologischer Erwägungen angenommenen Zenren aus lehren können.

Der Biologe wird hier vielfach nur referieren können, ohne eigene Urteile abgeben zu können. Die gebotenen Ergebnisse aber kann und muß er mit den biologischen Erkenntnissen zu einem einheitlichen Bilde vereinigen — der Versuch soll in folgendem gemacht werden.

Es ist zunächst von Interesse zu sehen, zu welchen Typen die Reste, die in den alten Funden erhalten sind, gehören und wie sich diese nach Ort und Zeit verteilen (vgl. Tabelle 18 u. 19). Es zeigt sich, daß die ältesten Funde, die ins früheste Neolithikum reichen, *compactum*-Körner sind. (Über die Zuverlässigkeit der Nachweismethoden siehe E. HOFMANN und NETOLITZKY. Fundstätten: Ober- u. Niederösterreich — also N-Abhang der östlichen Alpen, vgl- auch die Bemerkung auf S- 21).

Abb. 20. Pfahlbauweizen aus Robenhausen. Nach HEER 1865. *Triticum vulgare antiquorum Heer;* 14.. 15., 16 Bruchstücke; 17 vervollständigt. 20. als *Tr. turgidum* L. bestimmt; vgl. Text.

Das Vollneolithikum weist bereits neben Gerste verschiedene Weizenarten auf. — *Tr. monococcum*, *dicoccum* und *compactum* sind mit Sicherheit nachgewiesen; *vulgare* wird mehrfach genannt. Hierzu ist folgendes zu bemerken:

HEER unterschied in den Funden der Schweizer Pfahlbauten:

1. *Tr. vulgare antiquorum* (Abb. 20, Fig. 14—16), den kleinen Pfahlbauweizen, den er seiner scharf gekielten Spelzen wegen als eine besondere Art ansieht, die er aber selbst dem noch heute in der Schweiz in den Kantonen Waadt und Freiburg gebauten Binkelweizen nahe stellt. Korn 4—5 × 3,5 mm. Diesen hält HEER für den ältesten; er findet sich in allen Fundstätten bis in die römisch-gallische Zeit hinein (BUCHS).
2. *Tr. vulgare compactum muticum*, den mittleren Pfahlbauweizen, weniger im Neolithikum, vor allem in der Bronzezeit, gleicht dem heutigen Binkelweizen vollkommen. Korn 6—7 × 3—4,4 mm.

Die Bestimmungen auf *Tr. turgidum* (HEER, Robenhausen, Oberitalien) sind schon lange angezweifelt und können heute als sicher nicht zutreffend angesehen werden. Schon WITTMACK (1881) und KOERNICKE (1885) stellen die Robenhausener Ähre (Abb. 20, 20) zu *Triticum vulgare antiquorum* HEER; hierzu eine photographische Wiedergabe derselben Ähre bei MESSIKOMMER (1913 Taf. 34).

Tabelle 18. Funde von *Tr. compactum* = *Tr. vulgare antiquorum* Heer = *Tr. globiforme* Buschan.
Nach Schulz 1914, Ber. d. b. G. 32, 637. Nach Buschan (1895), S. 11, 15—17. Ergänzt aus Einzelarbeiten.

Land	Ort	Untersucher	Bezeichnung	Periode
Schweiz	Store	— (Bu.)	—	Neolithikum
„	Wangen	} Heer (Bu.)	*Tr. vulg. antiquorum*	„
„	Robenhausen			
„	Petersinsel	} Heer	*Tr. vulg. comp. muticum*	(N.) u. Bronzezeit
„	Montelier			
„	Buchs	„	*Tr. vulg. antiquorum*	galloromanische Zeit
„	Thun	Rytz	„ „ „	N.
„	Lüscherz, Bielersee	Buschan 1895	*antiqu.*	N.
„	Zürich gr. Hafner	„ 1919	nur *comp.*	Br.
„	„ Alpenquai	Neuweiler 1919	*comp.*	Br.
„	„ „	„ 1924	nur *comp.*	„
„	Wollishofen	„ 1924	*comp.*	„
„	Zürich, Utoquai	„ 1930	—	—
Deutschland	Schussenried	—	—	N.
„	Hünenburg	Wittmack, Buchwald	*compactum*	„
„	Saalegegend	Schulz	nur *compact.* neb. Roggen	10. bis 14. Jahrhundert
Dänemark	Laaland	Rostrup (Bu.)	*globif.* Bu.	Br.
Spanien	Juenta	„ (Bu.)	„	„
„	Lugarico viejo	„ (Bu.)	„	„
„	Argar	„ (Bu.)	„	„
Italien	Isola Virginia	— (Bu.)	—	N.
„	Lagozza	Sordelli (Bu.)	—	„
„	Varese-See	Ragazzoni	—	—
Österreich	Ollmütz, Mähren	— (Bu.)	*Tr. comp. glob.* Bu.	Br.
„	Stillfried	—	„ „ „	?
„	Merkensteinhöhle	Hofmann 1928	*compactum*	Neol.
„	„	„ 1928	Weizen, 1 Korn	Alt-Neol.
„	„	„ 1928	nahe *vulg.*	—
„	Mondsee, Pfahlbau	„ 1924	*comp.*	spät. N.
„	Peggendorfer Höhle	„ 1922	*comp.*	—
Ungarn	Aggtelek	Staub (Bu.)	var. *ant.* Heer, wenig *vulgare*, ähnlich rezent	N.
„	Lengyel	Deininger	*antiquorum*	„
Bosnien	Butmir	Schröter 1895 (Radimsky)	*comp.*	N.
Ägypten	Dashur Pyramide	Unger (Bu.)	*Tr. comp. globif.*	—

Die archäologischen Funde beweisen ferner, wie bereits erwähnt, die viel weitere Verbreitung der Zwergweizen gegenüber den *vulgare*-Formen in diesen frühesten Kulturepochen (siehe Tabelle 18).

Es ist dabei zu beachten, daß selbst da, wo nicht ausdrücklich die Bezeichnung *compactum* usw. gebraucht worden ist, aus der Beschreibung hervorgeht, daß dieselben dichtährigen „*compactum*"-Formen vorliegen. So schreibt Schlatter (1893, S. 49): „Korn stellt die von Heer in Pflanzen der Pfahlbauten abgebildeten Weizenähren sämtlich zu *Triticum compactum* Host, welche Form noch heute in der Varietät des Binkelweizens in der Westschweiz gebaut wird." (s. Tab. 19).

Tabelle 19. Maße von *Tr. compactum*-Körnern (*Tr. vulg. antiquorum* Heer und *T. globiforme* Buschan). Aus Schulz, Über mittelalterliche Getreidereste, Ber. d. B. G. 32, 1914, 637. Ergänzt.

Messungen von	Fundort	Land	Zeit	Mittel in mm			Das größte Korn in mm			Das kleinste Korn in mm			
				Länge	Breite	Dicke	Länge	Breite	Dicke	Länge	Breite	Dicke	
[1]													
Bu.	Juenta . .	Spanien	B.	5,2	3,7	—	5,6	4,4	—	4,8	3,2	—	*gl.*
„	Lugarico .	Spanien	B.	4,6	3,4	—	5,6	4,0	—	3,2	2,8	—	„
„	Argar. . .	Spanien	B.	4,6	3,2	3,3	5,2	3,2	3,2	4,0	3,2	3,2	„
„	Schussenried	Deutschland	N.	4,8	3,7	3,4	6,0	4,0	4,0	4,0	3,6	3,2	„
Dein.	Lengyel. .	Ungarn	N.	4,1	3,1	2,4	4,3	3,4	2,8	3,4	2,5	1,9	„
Rytz	Thun . .	Schweiz	N.	5,0	3,5	—	7,0	4,0	—	3,5	1,5	—	„
Bu.	Robenhaus.	Schweiz	N.	6,0	4,6	3,2	—	—	—	—	—	—	*ant.*
Heer	„	„	N.	4—5	—	3,5	—	—	—	—	—	—	„
Bu.	Lüscherz .	Schweiz	N.	5,5	4,0	3,3	—	—	—	—	—	—	„
Heer	Schweiz. .	Schweiz	N.	6,7	4,4	3,3	—	—	—	—	—	—	*cp.*
Schr. Rad.	Butmir . .	Bosnien	N.	5	3	—	7	3,5	—	3	1,5	—	—
Wern.	rezent . .	Steiermark, Württemb., Waadt, Freiburg	rez.	6	3,5	—	—	—	—	—	—	—	—

Buschan nennt die dichtährigen ägyptischen und ungarischen prähistorischen Arten: *Tr. compactum* var. *globiforme* Buschan und weist darauf hin, daß sie mit Heers *Tr. vulg. antiquorum* übereinstimmen; doch will er nicht alle Angaben Heers hierzu rechnen; eine Anzahl sieht er als kleinkörniges *vulgare* an. Die Schwierigkeit liegt darin, daß fast überall nur Körner, nicht Ährenstücke vorhanden sind. Spätere Forscher halten Heers *antiquorum* und Buschans *globiforme* für identisch (so Schulz 1924).

Auch Neuweiler in seiner Zusammenstellung der Pflanzenwelt der Schweizer Pfahlbauten (1930) nennt nur „*compactum*" in verschiedenen Varietäten: var. *antiquorum* Heer, var. *Wittmackianum* Koernicke (unbegrannt) und var. *erinaceum* (begrannt).

Auch die Funde der Bronzezeit in Böhmen und Dänemark, der Eisenzeit in denselben Gebieten, ebenso in Rumänien, in Mitteldeutschland werden ausdrücklich als *compactum* bezeichnet. Damit darf es als gesichert gelten, daß die ersten

1) Dieselben Namen wie in Tab. 18.

Formen, die aus Asien nach Europa kamen, die dichten (*compactum*-) C-Formen waren, wie nach der Dominanztheorie Vavilovs zu fordern war. Lockerährige Weizen sind vor der Bronzezeit und Eisenzeit, wo sie sich über Mitteleuropa verbreiten, nicht sichergestellt. Vom Frühneolithikum, wo die Zwergweizen in Österreich beginnen, sind sie durch das ganze Neolithikum und in den folgenden

Abb. 21. Österreichischer Landweizen
(aus Mayr: Die Getreidelandsorten im Salzachtal, Wien 1928)

Epochen bis nahe an die nördlichen Grenzen des heutigen *vulgare*-Gebietes gebaut worden. Es ist interessant zu sehen, daß sie sich gerade in solchen Gebieten bis heute gehalten haben, die auch am zähesten an Einkorn und Emmer festgehalten haben.

Neben der Schweiz und den österreichischen Alpen, wo sie noch heute in Kultur sind (Abb. 21) — und Skandinavien — war, z. B. in Thüringen, das

noch vor 20 Jahren Emmer baute und noch heute ganz vereinzelt Einkornanbau hat, auch Binkelweizen bis zu Beginn dieses Jahrhunderts in Anbau (Schulz 1913).

Nach dem Vorstehenden gehen diese drei altgebauten Formen auf drei verschiedene Verbreitungszentren zurück:

Monococcum kommt aus Vorderasien, *dicoccum* aus Nordost-Afrika (speziell Abessinien) und *compactum-vulgare* aus dem südwestlichen Zentralasien.

Wann und auf welchem Wege sind diese Wanderungen vor sich gegangen, deren einzelne Etappen wie seltene Punkte, aus denen eine Kurve zu ziehen ist, wir kennengelernt haben?

Das Vordringen des Ackerbaus nach Europa wird heute allgemein in das Mesolithikum (Frühneolithikum) verlegt, in die Zeit, in der als ein Keil von Osten in die europäische Dolichokephalenbevölkerung des Postglazials (Aurignacien, Cro-Magnon) sich eine Kurzkopfrasse einschiebt (Schlaginhaufen, X. Pfahlbautenbericht 1924), die sich in ihren Beziehungen nach Innerasien hinein (Iran) verfolgen läßt. Diese Kurzkopfrasse ist überall Träger einer neuen Kultur. Sie ist es augenscheinlich, die Ackerbau und Viehzucht aus dem Osten mitgebracht hat — zugleich mit den Kulturpflanzen und Haustieren, an denen sie sich entwickelt hatten —, zugleich mit Töpferei, Weberei und mit einem bestimmten Hausstil (Werth II, S. 42).

Zu diesen östlichen Kulturpflanzen müssen wir nach den Funden, die sich zusammen mit den Skeletten dieser Rasse finden, das Einkorn, den Emmer, *Tr. vulgare*, und zwar in erster Linie die dichten *compactum*-Formen, die Gerste und auch die Hirse rechnen. Der Weg, der geographisch offen lag, führte natürlicherweise durch Kleinasien, die nördlichen Balkanstaaten donauaufwärts am nördlichen Hang der Alpen entlang bis nach Frankreich hinein. Es ist derselbe, der für den Emmer beschrieben ist. Er läßt sich aufs schönste durch die Linie der Ausgrabungen belegen. Auf halbem Wege, in Kleinasien, konnte das Einkorn in diesen Ackerbau mit einbezogen und mit dem west-zentralasiatischen *vulgare*-Weizen als Kulturpflanze nach Europa gebracht werden. Diese Theorie würde sowohl das gleichzeitige Auftreten von Gerste und *vulgare*-Weizen in Westeuropa und ihre weite gleichzeitige Verbreitung mit dem nordwärts dringenden Ackerbau überhaupt verständlich machen, als auch vor allem das uns heute überraschende reiche Vorkommen von neolithischem Einkorn in Bosnien und Ungarn, vor allem in der Schweiz, Süddeutschland und Dänemark. Das Mediterrangebiet bleibt von diesem Völker- und Kulturstrom unberührt. Und Werths Schlußfolgerung: „wieder ein Beweis für die ursprünglich gänzliche Unabhängigkeit der Ackerbaugebiete nördlich und südlich des Mittelmeeres (wo nämlich heute nördlich Nacktweizen der Dinkelreihe, südlich solche der Emmerreihe gebaut werden)" könnte zu Recht bestehen — würde sie nicht die im nordalpinen Gebiet ebenso alte Kultur des Emmers dabei übersehen. Im Nebeneinander von Emmer, Einkorn und Weizen zeigt sich vielmehr der enge Zusammenhang, der zwischen den beiden großen Weizenkulturzentren in den allerältesten Zeiten (früher als das nordalpine Neolithikum) bestanden haben muß, und den der starke Einfluß der russischen Schule mit der sicher berechtigten Trennung der Artzentren heute zu sehr vergessen läßt. Will man an der Einführung des Ackerbaues in Europa durch die von Osten sich vorschiebende Menschenrasse festhalten, so muß für das gleichzeitige Vorkommen auch dieses dritten Kulturzweiges, dessen botanisches Zentrum nach Abessinien verlegt wird, dessen älteste Kultur in Ägypten wir kennen, eine Erklärung gefunden werden.

Dafür, daß der Emmer aus Ägypten über Griechenland und Italien über die Alpen gekommen ist, fehlt jeglicher Anhalt, archäologisch und sprachlich. Aber auch der zweite vermutete Weg — über Nordafrika, Spanien, Frankreich nach

der Westschweiz ist nach der hier durchgeführten ethnologischen Betrachtung nicht haltbar. Auch der Emmer ist im nordalpinen Gebiet an die Kurzkopfrasse gebunden, es ist daher unwahrscheinlich, daß nicht auch er den östlichen Weg hineingekommen. Es fragt sich deshalb, wo und wann dieses einer asiatischen Rasse zunächst fremde, nämlich afrikanische Getreide in den hier in Frage kommenden Kulturbereich mit einbezogen worden ist.

Der Zusammenhang kann meines Erachtens in dem persischen (alt-babylonischen) Zweig der Emmerweizen gefunden werden, die sich auf dem Weg über Syrien in das später von *vulgare* eingenommene Gebiet vorgeschoben hatten. Denn die Bedenken, die sich gegen diese Annahme erheben könnten, sind kaum stichhaltig. Es ist zunächst vor allem das gänzliche Fehlen von Emmerresten auf dem Wege der „Ackerbaurasse" in jenen Gebieten und zu jener Zeit, obgleich *monococcum* sich wenigstens in Kleinasien reichlich findet. Das kann sehr wohl unsere Unkenntnis infolge fehlender Ausgrabungen sein — kann in Kleinasien selbst aber auch seinen Grund in der bereits bestehenden älteren Kultur des Einkorns haben, die den nicht viel anders gestalteten Emmer durchgehen ließ, ohne ihn festzuhalten.

Wenn wir also dem Emmer eine alte Verbreitung von Syrien bis nach Kleinasien-Armenien einerseits, Persien-Kaukasus andererseits (siehe die botanischen Zusammenhänge S. 95) zuschreiben können, so ist damit die Möglichkeit einer Berührung der ältesten asiatischen Ackerbauer auch mit dieser Weizenart gegeben, ehe sie die Wanderung nach dem Westen antraten.

Wir sind nunmehr auch imstande, einige Einzelheiten in der heutigen Verbreitung des Einkorns zu beurteilen. Es steht zur Frage, ob das spanische Einkorn von Norden oder Süden gekommen ist. Bei dem völligen Fehlen von Einkorn heute und im Altertum in Unteritalien und Nordafrika ist die nördliche Herkunft die wahrscheinliche, stünde nicht ein kleiner Bezirk in Marokko isoliert da. Da archäologische Funde des „Pyrenäen"-Einkorns bisher fehlen, ist die Vermutung ausgesprochen worden, daß die Einführung in historischer Zeit durch die Völkerwanderung (vielleicht auch durch Alemannen) erfolgt ist, womit auch das marokkanische Vorkommen erklärt werden könnte, sicherlich aber von Norden aus.

Ähnlich liegen die Dinge beim Emmer. Für die rezenten Vorkommen des Emmers in Südfrankreich und Spanien wären die Voraussetzungen für beide Wege gegeben. Der südliche wäre in eine spätere Zeit zu setzen, als das ägyptische Getreide das Mediterrangebiet erobert. Der nördliche kann ins Neolithikum zurückweisen und ein Übergreifen der Pfahlbaukultur bedeuten. Er kann aber auch wie beim Einkorn in historischer Zeit durch Kelten oder Germanen beschritten sein.

Deshalb kommt den bronzezeitlichen Weizenfunden in Spanien, die Buschan als *globiforme* bestimmt, erhöhte Bedeutung zu; da keinerlei Anhaltspunkte dafür vorhanden sind, daß der Kugelweizen, der zu dem Kulturweizenbestand der neolithischen Pfahlbauer gehört, den Weg über Nordafrika gegangen ist, so wächst die Wahrscheinlichkeit, daß auch Emmer und Einkorn — wenn auch nicht in neolithischer, so doch zur Bronzezeit die Pyrenäen überschritten haben. Es ist zu hoffen, daß hier noch weitere Funde mehr Sicherheit schaffen.

Der Reichtum an Weizenformen und die augenscheinlich lebhafte Ackerkultur im Neolithikum der Westschweiz und der anstoßenden Rheinebene bieten auch die nötige Grundlage für die Entstehung des Spelzes (siehe dort S. 152).

Zusammenfassend schließen wir:

Der Ackerbau in Ägypten und der in Westasien hat sich auf zwei verschiedene Weizenarten aufgebaut: der erste auf *Tr. dicoccum*, der letzte auf *T. vul-*

gare. Die europäische Kultur hat beide Elemente in sich aufgenommen, die auf gemeinsamem Wege übermittelt worden sind.

Die ältesten Kulturen Ägyptens drangen entweder von Abessinien über Oberägypten ein und breiteten sich weiter ost- und nordostwärts durch Syrien nach Mesopotamien Persien aus oder der Emmer war ein Bestandteil einer alle diesen Kulturen zugrunde liegenden älteren neolithischen Präkultur. In Mesopotamien stießen sie auf die gleichzeitig von Zentralasien ausgestrahlten *vulgare*-Weizen. Die ersten und ursprünglichen Formen desselben sind die *compactum*-Formen; nicht viel später folgen ihnen die lockeren Formen. *Dicoccum* und *compactum* (und in geringerem Maße auch *vulgare*) wurden von einer nach Westen wandernden Völkerwelle brachykephaler Rasse als Kulturpflanzen, mit der Kunst des Feldbaus, nach Westeuropa getragen. Mit der Gerste bilden sie den Hauptbestandteil des europäischen neolithischen Getreides. Zu ihnen tritt als dritter Weizen das Einkorn, das auf dem Wege von Kleinasien aus, wo es beheimatet ist, in den Ackerbau der Wandervölker mit aufgenommen wird.

Die vorliegende Darstellung ist ein Versuch, sich widersprechende Angaben unter einer einheitlichen Vorstellung zu vereinigen. Unerwarteterweise sehen wir dabei, daß konsequente Folgerungen aus erst kürzlich formulierten Theorien (Vavilovs Genzentren, Dominanz der Gene) Folgerungen, die ihr Initiator nicht gezogen, zur Beseitigung von Schwierigkeiten führen, die früheren Deutungen erwuchsen. Die frühere Annahme, daß der lockere brüchige Spelz als primitivere Form in die Aszendenz des Weizens zu stellen ist, führte Flaksberger zu seiner ersten eleganten Lösung der Abstammungsfrage. In Flaksbergers Stammbaum I, der geradlinig von Spelz über speltoide Formen über immer dichtere zu unseren heutigen Kulturformen führt, steht aber der *compactum*-Weizen ganz unvermittelt da; und das Primat der dichtährigen Formen in den alten Funden blieb unerklärt.

Die *Spelta*-Theorie mußte aufgegeben werden, wie S. 161 gezeigt wird; das *compactum*-Primat ist durch weitere Funde bestätigt.

Die hier entwickelten Gedankengänge werden beiden Umständen gerecht.

Wir werfen die hier gefundene Lösung als Arbeitshypothese in die zur Zeit so stark im Vordergrund des Interesses stehende Abstammungsfrage des Weizens.

e) Die tetraploiden Nacktweizen

durum: Christiansen-Weniger 1930. Flaksberger 1926. Krause 1911, Lewciki 1922. Miège 1926. Orlov 1922. Sarauw 1927. Schulz 1918. Tuteff 1929.

turgidum: Krause 1911. Krause (1834) 1856. Krause 1833 (1856). Sarauw 1927.

polonicum: Backhouse 1918. Biffen 1903, 1905, 1916. Caporn St. Clair 1918. Engledow 1920, 1923. Krause 1856 (1833). Krause 1911. Liepin 1929. Malinowski 1925, 1926. Philiptschenko 1927, 1928. Schweinfurth 1911

persicum: Atabekov 1925. Liepin 1930. Percival 1929. Vakar 1930. Vavilov u. Jakushkina 1925. Zhukovsky 1922, 1923.

Triticum durum. Desf. Hartweizen Maccaroni-wheat.

Vavilov und seine Mitarbeiter, speziell Orlov, haben festgestellt, daß in Afghanistan — Khoresm —, dem Zentrum der Mannigfaltigkeit der *vulgare*-Weizen Hartweizen überhaupt nicht gebaut werden noch spontan vorkommen. Dagegen findet sich der ganze Genschatz, der in den *durum*-Rassen der Welt heute über fünf Erdteile verteilt ist, in Nordafrika (einschließlich Abessinien), Griechenland und dem kleinasiatischen Küstenstrich konzentriert (Abb. 22). In dieses Gebiet verlegen die genannten Autoren den Ursprung der *durum*-Weizen. Orlov hat von den 78 geprüften Merkmalen, die alle im oben beschrie-

benen Areal vorkommen, nur mehr 51 in Asien aufgefunden, s. Tab. 7, S. 58. Auch Endemismen, wie der ligulafreie Hartweizen Cyperns fallen in dies Gebiet; auch sind dominante Faktoren hier wieder gehäuft: Besitz von Anthocyan, extrem lange Grannen, behaarte Blätter usw.

Nach neueren Mitteilungen von VAVILOV (1928) ist dieser sehr weite Bezirk auf Abessinien und Erythräa einzuschränken, die allein schon die gesamte Mannigfaltigkeit aufweisen; dorthin sei daher die Herkunft der Hartweizen zu lokalisieren. FLAKSBERGER sieht isolierte Gebiete, wie Cypern mit seinen Endemismen, als sekundäre Formbildungszentren an.

Der Verbreitung der Hartweizen von diesem Zentrum aus ist durch seine ökologischen Eigenschaften eine Grenze gesetzt. Die lange Vegetationsperiode,

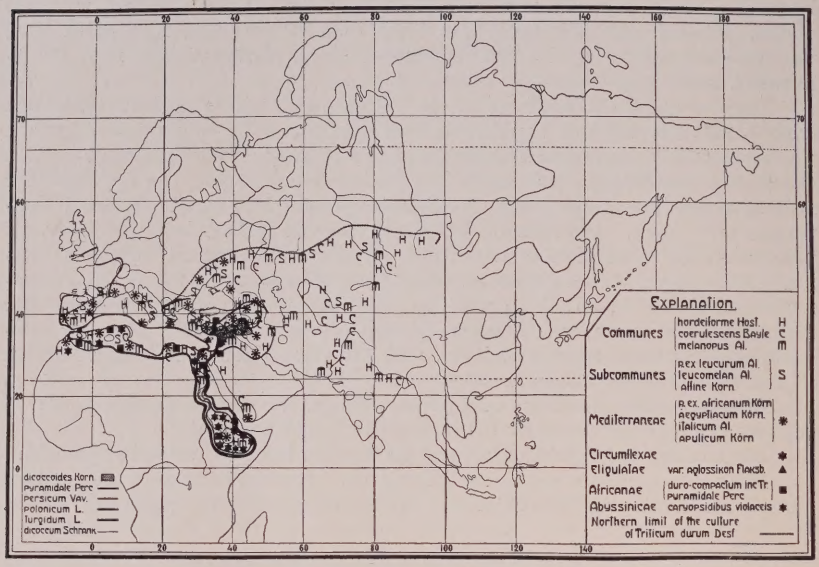


Abb. 22. Geographische Verteilung der tetraploiden Weizen. Nach VAVILOV 1927/28.

der starke Wasserbedarf im Jugendstadium bei gleichzeitiger Dürreresistenz der erwachsenen Pflanze, der große Wärmebedarf der wachsenden Pflanze hält die Art den mehr kontinentalen Klimaten in Europa und Asien, die ihre Hauptregenzeiten im Sommer haben, fern. Die von SCHARFETTER (1922) nachgewiesene Beziehung zwischen Klima und Vegetationsrhythmik läßt auch von dieser Seite einen Rückschluß auf die ursprüngliche Heimat der Hartweizen ziehen. Als Folge dieser ökologischen Eigenschaften hat sich der Hartweizen außer dem Mittelmeergebiet (im weiteren Sinne, bis nach Persien) die großen Steppengebiete Südrußlands (Don und Wolga) und anschließend Turkestan, S-O-Sibirien, Transkaukasus erobert. Die Nordgrenze der Verbreitung ist, nach ORLOV (1923) nicht die Nordgrenze des Schwarzerdegebietes, sondern die Nordgrenze des Steppengebietes. Entsprechend wird in der neuen Welt Hartweizen in Südamerika (Brasilien, Argentinien, Chile), Nordamerika und Canada in den Steppen westlich der großen Seen bis an die Anden, wie auch in Ost-Australien gebaut, in denen

die gleichen klimatischen Bedingungen gegeben sind. Alles dies Gebiete, in denen umgekehrt *vulgare*-Weizen nicht gebaut wird.

Müssen wir mit Vavilov den beiden großen Gruppen der weltbeherrschenden Nacktweizen verschiedenen Ursprung zuweisen, so stehen sie sich doch botanisch derart nahe, sind morphologisch in manchen Formen sogar schwer unterscheidbar, daß ein phylogenetischer Zusammenhang unabweisbar scheint. Die allgemeine Ansicht geht, seit die Emmerreihe durch Schulz aufgestellt wurde, dahin, daß die *durum*-Weizen vom Emmer abzuleiten sind. Als Entstehungsherd ist nach

Abb. 23. *Triticum durum* aus Spanien.
Nach Percival Fig. 141 u. 143.

den letzten Angaben Vavilovs das gemeinsame Mannigfaltigkeitszentrum Abessinien anzusehen. Frühere Darstellungen (Orlov) verlegten dasselbe weiter nach Norden in das ägyptische Küstengebiet und Griechenland.

Einen Hinweis auf die Ableitungsmöglichkeiten vermögen hier historische Daten — oder genauer das Fehlen derselben zu geben.

Prähistorische Funde von *Tr. durum* sind nirgends mit Sicherheit festgestellt. Angaben über *durum*-Funde im alten Ägypten werden heute ebenso in Zweifel gezogen, wie solche von *vulgare* (Percival, S. 206 u. 266). Es ist jedoch zu beachten, daß eine sichere Deutung, welcher Weizen im alten Ägypten mit dem Namen „swot" bezeichnet wurde, noch aussteht (vgl. S. 90). Die ersten Funde von *durum* in Ägypten, immer nur selten, stammen aus griechisch-römi-

scher Zeit. Daß bereits im 1. Jahrhundert v. Chr. Nacktweizen im römischen Reich den Emmer zu verdrängen begann, geht mit Sicherheit aus der römischen Literatur jener Zeit hervor (Schulz 1913, 1918). Welcher Nacktweizen es gewesen ist, ist indessen hiernach nicht zu ersehen; Schulz glaubt, daß beide, *durum* und *vulgare*, bekannt waren. Nach den von Schulz zusammengestellten Angaben scheint mit dem bestgeschätzten und meistgebauten „*triticum*" genannten der Hartweizen gemeint zu sein. Mit *siligo* dagegen *vulgare*, der weniger geschätzt und „von weit her geholt werden muß", dem Klima nicht angepaßt zu sein scheint. Allerdings passen nicht alle Angaben dazu (*triticum* meist Winterweizen; *siligo* auch Sommerweizen, dazu rostfest), was bei den geringen naturwissenschaftlichen Kenntnissen jener Zeit indessen nicht sehr ins Gewicht fällt. Krause (1911, S. 347 u. 356) hält dementsprechend *siligo* für *Tr. durum*, und zwar aus Kreuzung *dicoccum* × *turgidum* entstanden (siehe bei *turgidum*).

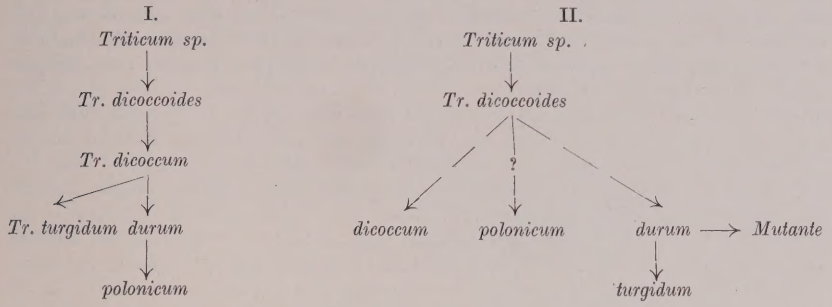
Für Ägypten konnte die Verdrängung des Emmers durch den Hartnacktweizen nicht vor dem 15. Jahrhundert nachgewiesen werden. Wenig später wird er zum erstenmal in der mitteleuropäischen Literatur genannt, 1542 bei Fuchs als „welscher Weizen" (vielleicht auch *turgidum*?); 1566 bildet Dodoens ihn ab und beschreibt ihn als *Triticum Typhinum*. Unter Ludwig XVI. brachte Desfontaines Hartweizen aus Nordafrika nach Frankreich und beschrieb ihn 1796 als neue Art *Triticum durum* Desf. In Deutschland hat er sich als Kulturrasse nicht halten können, obgleich es oft versucht worden ist (Thüringen, Elsaß), vielfach wohl veranlaßt durch spontane Aussaat an Mühlen.

Muß somit die Ausbreitung des Hartweizens von dem botanisch erschlossenen Zentrum, Abessinien, aus in verhältnismäßig später historischer Zeit begonnen haben, so müssen wir seine Entstehung bei der großen Vielförmigkeit des Typus doch in vorhistorisch frühe Zeit zurückverlegen.

An dem phylogenetischen Zusammenhang zwischen *Tr. durum* und *Tr. dicoccum* kann auch heute kein Zweifel bestehen: Orlov zeigt, daß bestimmte morphologische Formen Übergänge zu *dicoccum* Schrank, *polonicum* L., *turgidum* L. und *persicum* Vav. zeigen. Die genetischen Unterschiede zwischen Emmern und Hartweizen (ebenso *turgidum*) fallen, wie Kreuzungen zwischen ihnen zeigen, in den Rahmen der Varietätenunterschiede; Kreuzbarkeit, Kreuzungsfertilität und Serologie weisen auf nächste verwandtschaftliche Beziehungen. Morphologisch bemerkenswert sind, im Entstehungszentrum, die Gruppe „*complanatum* Host", die Orlov als „*durocompactum*" bezeichnet und die man in Analogie zu den primitiven dichten *vulgare*-Weizen (= *compactum*) wohl als die primitiveren, dem dichten *dicoccum* am nächsten stehenden ansehen darf. Daß Percival diese Gruppe zu *dicoccum* zählt — und trotz Widerspruches an dieser Einreihung festhält, kennzeichnet am besten ihre Mittlerstellung im System. Man wird also mit einer gewissen Sicherheit die *durum*-Weizen von den abessinischen Emmern, mit denen sie ihr Mannigfaltigkeitszentrum teilen, ableiten.

Eine abweichende Ansicht vertritt Lewicki (1922) auf Grund einer in seinen *durum*-Kulturen beobachteten Mutation. In einem konstanten *durum*-Stamm der var. *coerulescens* trat unter 300 gleichen Geschwistern ein abweichendes Individuum auf, das sich durch Konstanz in den folgenden Generationen als mutiert erwies. Von der Mutter, deren Blatt, markhaltigen Halm, Spelzenform, -farbe und -behaarung es beibehielt, war es durch Brüchigkeit der Spindel und starke Behaarung derselben, beides nach Art von *Tr. dicoccoides* unterschieden. Eine messende Analyse von Stammsippe, Mutante, *dicoccoides* und *dicoccum* ergab, daß die Mutante *dicoccoides* einerseits, *durum* andererseits ähnlicher war als *dicoccum*. Der Verfasser zieht daraus den Schluß, daß *durum* sich direkt und nicht über *dicoccum* aus *dicoccoides* ableite, daß also *dicoccum* und *durum*

phylogenetisch auf gleicher Stufe stehen; an Stelle des Schemas I setzt er deshalb das Schema II.



Diese Deutung wird indessen dem Bestehen der *durocompactum*-Gruppe nicht gerecht.

Kurz ist hier noch der Mitteilung von Miège zu gedenken, wonach „echtes *Tr. durum* Desf." aus der Kreuzung zweier *vulgare*-Weizen in Algier hervorgegangen sein soll (Miège 1926). Da die F_1 von 11 Individuen als heterogen beschrieben wird, liegt der Verdacht einer Fremdbestäubung trotz der gegenteiligen Angabe des Verfassers vor. Wie verhalten sich die Pflanzen cytologisch?

Der Übergang von den tetraploiden Spelz- zu den Nacktweizen hat sich augenscheinlich erst sehr viel später vollzogen, als die Entstehung der hexaploiden Nacktweizen neben den sicherlich älteren tetraploiden Spelzweizen (Emmern). Es ist keine Frage, daß die Eigenschaften, welche die Nacktweizen auszeichnen, in der Hand des Menschen größten positiven Selektionswert besitzen und unter seinem Einfluß den Spelzweizen den Vorrang schnell ablaufen mußten. Darum ist es nicht wahrscheinlich, daß die *durum*-Weizen lange bestanden haben, ehe sie in den Urkunden menschlicher Kultur erscheinen. Sobald sie den Weg aus dem in kultureller Beziehung stark abgeschlossenen Abessinien einmal gefunden hatten, konnte sich ihre Überlegenheit auswirken — wobei sie sich mit den *vulgare*-Weizen in das Areal lediglich nach den beiderseitigen klimatischen Bedürfnissen geteilt haben; dazu kommt als weiterer wichtiger Selektionswert die Immunität.

Künstliche und natürliche Selektion; nach mündlicher Mitteilung von Dr. Pinner-Jerusalem ist der wiederholt gemachte Versuch, die von Osten eindringenden *vulgare*-Stämme (ebenso wie importierte) westlich des Jordan zu kultivieren, stets am Rostbefall, der die Ernten völlig vernichten kann, gescheitert.

Die oft ausgesprochene These, daß die *vulgare*-Weizen — als Folge ihrer Hexaploidie — so viel anpassungsfähiger seien als die tetraploiden Weizen, läßt sich in Anbetracht der geographischen Aufteilung des Areals unter die beiden Gruppen nach den klimatischen Bedingungen schwer aufrechterhalten.

Tr. turgidum L.

Unter den Kulturweizen kommt *Tr. turgidum*, dem Rauhweizen (englischer Weizen, Rivet, conewheat, touzelle, blé poulard) eine geringere praktische Bedeutung zu (Abb. 24). Immerhin ist er für manche Gegenden doch von Wichtigkeit, wo in dem feuchten atlantischen Klima der Rauhweizen vielfach an die Stelle von *Tr. durum* tritt.

Man war früher geneigt, einige der dichtährigen großkörnigen Weizen der Pfahlbauten und Ägyptens als *Tr. turgidum* zu deuten (Abb. 20, 20). Bei der großen Schwierigkeit, mit der manche, auch rezente Formen von *turgidum* und *vulgare*

dem Korn nach zu unterscheiden sind, kann diesen Nachweisen indessen kein entscheidendes Gewicht beigelegt werden. Es sind nämlich keinerlei Berichte aus dem Altertum oder Mittelalter vorhanden, die auf diese Form schon in älterer Zeit schließen lassen. Der Rauhweizen taucht in den Kräuterbüchern des 16. Jahrhunderts auf, wo er zuerst von Bock (1539) als „welscher Weizen" beschrieben wird[1]). Um dieselbe Zeit wurde er auch in England bekannt. Das feuchte milde Klima der Insel sagte ihm zu, so daß er dort vom 16. bis 18. Jahrhundert eine gewisse Verbreitung fand. In der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts geht er in der Zeit der beginnenden Hochzüchtungen wieder stark zurück und ist heute nur noch wenig bekannt. In Deutschland hat er nur an vereinzelten Stellen (z. B. Thüringen) heimisch werden können. Im westlichen Mittelmeergebiet (Portugal, Spanien) ist er aber auch heute noch häufig. Ein zweites Anbaugebiet reicht von Transkaukasien etwas östlich und westlich.

Abb. 24. *Triticum turgidum.* Rauhweizen aus Italien. Nach Percival 1921 Fig. 158.

Morphologisch steht der Rauhweizen zwischen *durum* und *vulgare* — der Emmerreihe cytologisch, serologisch und pflanzenpathologisch angehörend. Er ist fast immun gegen Rost, nähert sich in der Form der Ähren, im Grannentypus und der Kornform, vor allem in der Mehligkeit der Körner vielfach den *vulgare*-Weizen. Percival (S. 247) gibt an, daß die lange Vegetationsperiode, Anzahl der Halmblätter, das behaarte Blatt, Höhe, Struktur und Markigkeit des Halmes, Dichte der Ähre, häufige Verzweigung derselben auf eine nahe Verwandtschaft von *turgidum* mit den großen europäischen Formen von *Tr. dicoccum* hinweisen. Das späte Auftauchen in der Geschichte, im Verein mit den hier genannten Eigenheiten hat den Gedanken nahegelegt, daß *Tr. turgidum* hybriden Ursprungs ist. Da Typen dieser Art stets beobachtet sind nach Kreuzung *vulgare* × *dicoccum* oder *durum*, so wird die mutmaßliche Stammkreuzung diese Kombination gehabt haben. Dann würde jedenfalls nicht Abessinien (das Verbreitungszentrum aller (!?) tetraploiden Weizen) Heimat von *turgidum* sein können, sondern sehr wahrscheinlich das mediterrane Küstengebiet. Von hier aus hat er sich, sporadisch, mit *durum* verbreitet — auf diese Weise ist auch das transkaukasische Vorkommen erklärlich.

Tr. persicum Vav.

Phylogenetisch interessant ist *Tr. persicum* Vav. geworden, den Vavilov zur Art erhoben hat, nachdem er von Körnicke zu *vulgare*, von Percival zu *dicoccum*, also zu Spelzweizen!, gestellt wurde (Abb. 25a). Daß sein Verhalten bezüglich der Immunität der Anlaß wurde, ihn zu den tetraploiden Weizen zu stellen, ist an anderer Stelle bereits ausgeführt (S. 77). *Tr. persicum* ist im westlichen Vorderasien (Armenien, Georgien, Kleinasien) hei-

1) Vielleicht ist auch dies *durum* (Krause), s. dort.

misch, also in dem Gebiet, in dem sich die Areale von *durum*, aus Südwesten kommend, und von *vulgare*, aus Südosten kommend, überschneiden. Vavilov nimmt deshalb für *persicum*, ebenso wie für *turgidum*, hybriden Ursprung an. Da über das Alter von *Tr. persicum* in seinem Verbreitungsgebiet nichts bekannt ist, läßt sich auch über die Zeit und Art seiner Entstehung nichts aussagen.

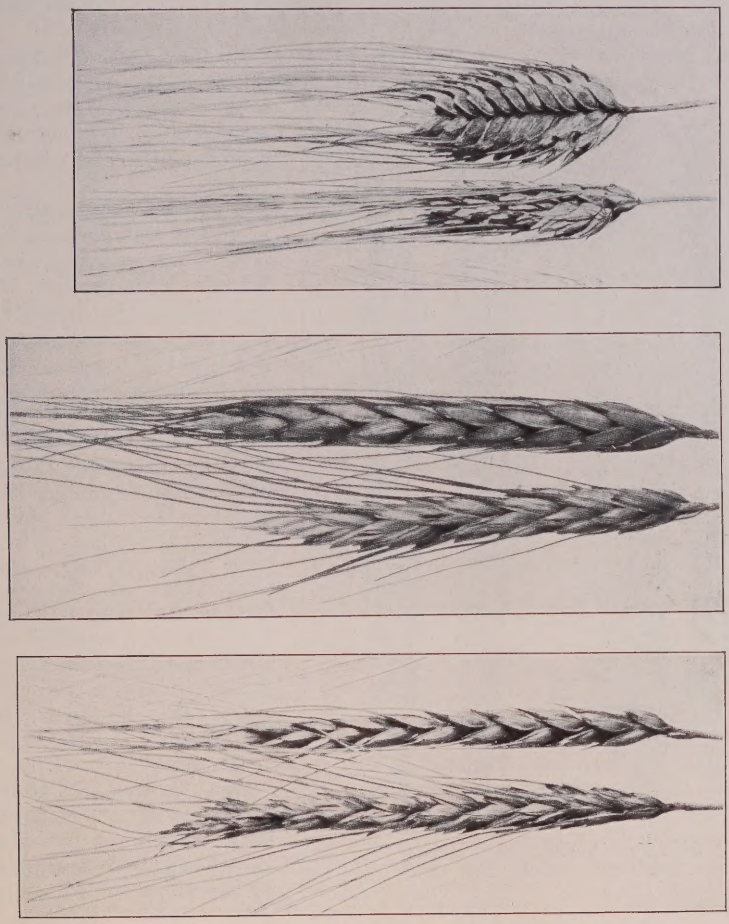


Abb. 25. Tetraploide Weizen. Nach Percival 1921 Fig. 130. 136, 163.
a *Triticum persicum* Vav. = bei Percival als var. *persicum* zu *dicoccum* gestellt. b = *Tr. orientale* Perc.
c = *Tr. pyramidale* Perc.

Noch geringeren Anteil an den Kulturweizen haben die von Percival aufgestellten Arten *pyramidale* und *orientale*, über deren phylogenetischen Zusammenhang mit den anderen tetraploiden Weizen noch nichts bekannt ist (Abb. 25 b u. c).

Wichtiger dagegen ist der letzte Vertreter dieser Gruppe

Tr. polonicum L.

geworden.

Dieser morphologisch höchst eigenartige Weizen (Abb. 26) wird zuerst von Johann Bauhin (1651) für den botanischen Garten Stuttgart beschrieben, als-

dann 1687 erstmalig unter dem Namen *polonicum* von HERMANN für den botanischen Garten in Leyden erwähnt (KRAUSE 1911). Weiter zurück, auch im klassischen Altertum, lassen sich keinerlei Hinweise finden. Und doch ist er heute in Abessinien[1]), Marokko, Kleinasien vielfach als Einsprengsel in Weizen, besonders in *durum*-Feldern, verbreitet. Ende des 17. Jahrhunderts wurde er in England gebaut, heute in kleinen Mengen in Spanien, Italien, Algier, Abessinien, Kleinasien (SCHIMPER 1838, VAVILOV 1925, CHRISTIANSEN-WENIGER 1930).

SCHWEINFURTH (1911) berichtet, daß *Tr. polonicum* im östlichen Kabylenlande in streng abgeschlossenem Gebirgsland in 1000 bis 1200 m Höhe gebaut wird in einem großen Formenreichtum, bei den Einwohnern „Urbild der Feder" genannt.

Abb. 26. *Triticum polonicum* L.
Nach PERCIVAL 1921 Fig. 150.

In dieser großspelzigen Form hat man eine aus *durum* hervorgegangene erbliche Anomalie gesehen. Mit *durum* gemein hat *polonicum* die viernervige Vorspelze (KRAUSE 1911). Außer durch die morphologischen Beziehungen zu *durum* wurde diese Annahme hauptsächlich durch das genetische Verhalten bei Kreuzung mit *durum* gestützt. Es ergibt sich nämlich eine Spaltung in *polonicum*- und *durum*-Typen, ohne abgestufte Zwischenformen dadurch, daß die wesentlichen, den *polonicum*-Typus bestimmenden Faktoren als ein Ganzes, wie durch einen Faktor bestimmt, vererbt werden. Dieser Merkmalskomplex ist von BIFFEN (1916), CAPORN ST. CLAIR (1918) und ENGLEDOW (1920, 1923) bearbeitet worden. ENGLEDOW zerlegt ihn in 10 Einzelmerkmale; trotzdem ist die Spaltung nach 1 : 2 : 1 scharf (vgl. S. 80).

Eine weitere Besonderheit dieser Spaltung ist die sehr ausgesprochene Erscheinung des „shift", the suppressing of characters on crossing, die darin besteht, daß die im Verhältnis 1 : 2 : 1 zu je 25 % vertretenen Ausgangsformen nie wieder voll ausgeprägt werden. (BIFFEN, ENGLEDOW, CAPORN ST. CLAIR, MALINOWSKI, PHILIPTSCHENKO). Eine befriedigende Erklärung ist zur Zeit noch nicht gefunden; zuletzt von PHILIPTSCHENKO (1929) durch polymere Faktoren als Nebenfaktoren neben einem rezessiven Hauptfaktor versucht.

1) Von dort hat ihn SCHIMPER mitgebracht.

Cytologisch und in Kreuzungen mit hexaploiden Weizen verhält sich *Tr. polonicum* ebenso wie die anderen Glieder der Emmerreihe.

Lewicki glaubt, daß auch *polonicum dicoccoides* näher steht als *durum* (siehe Stammbaum S. 123).

Es ergibt sich, daß die phylogenetische Stellung von *Tr. polonicum*, abgesehen von der sicheren Einreihung in die Emmerreihe und das Verbreitungsgebiet der nordost-afrikanischen Weizen noch völlig im unklaren liegt.

Näheres über sporadischen Anbau in Europa bei Krause (1911), Schulz (1913), Percival (1921).

f) Ursprung der hexaploiden Weizen[1])

I. Der Anschluß an die Emmerreihe

Wie aus den vorstehenden Kapiteln hervorgeht, steht das große Problem in der Phylogenie der Weizen, die Ableitung der hexaploiden *vulgare*-Gruppe aus den tetraploiden Weizen der Emmergruppe, auch heute noch offen. Dabei müssen alle Versuche, die darauf hinauslaufen, den Unterschied der beiden Reihen faktoriell zu fassen, seit der Feststellung der Polyploidie 1918, als nicht zureichend, beiseite gelassen werden. Es muß vielmehr angenommen werden, daß der Reihenhabitus in einer zur Zeit noch nicht übersehbaren Weise mit der Veränderung der Chromosomenzahl zusammenhängt. Den Weg zu dieser Erkenntnis hat Kiharas cytologische Analyse der pentaploiden Weizenbastarde (1923) gebahnt. Er hat gezeigt, daß bei diesen von F_2 ab die Tendenz besteht, die ursprünglichen elterlichen Chromosomenzahlen wieder herzustellen und daß mit der Annäherung an diese der jeweilige Reihentypus immer deutlicher wird. Das cytologische Bild der Reduktionsteilung in F_1 zeigt mit Regelmäßigkeit 14 Bivalente und 7Univalente. Kihara nimmt an, daß die 14 Bivalenten aus der Konjugation der 14 Emmerchromosomen mit 14 Dinkelchromosomen hervorgehen und die 7 univalenten die 7 überzähligen Dinkelchromosomen sind. Er schließt aus dieser Fähigkeit zu konjugieren auf die Homologie der zwei Emmersätze mit zwei Dinkelsätzen. Aus dem Phänotypus der niedrigchromosomigen ($2n = 35$—28) Deszendenten einerseits, der hochchromosomigen ($2n = 35$—42) andererseits wird gefolgert, daß der ungepaart bleibende Siebenersatz Träger der reihenspezifischen Merkmale der *vulgare*-Gruppe ist. Es fragt sich, wie weit spätere und umfassendere Beobachtungen mit dieser Theorie in Einklang stehen. Kiharas cytologischer Befund 14 II + 7 I ist wiederholt bestätigt (siehe Tabelle 21).

Der homologe Emmer- und Dinkelsatz

Seit langem weiß man, daß gerade die Reihenkreuzungen eine große Mannigfaltigkeit von Typen erzeugen, die auf einen freien Austausch von Genen hinweisen. Die cytologische Untersuchung hat ergeben, daß gelegentlich auch Deszendenten mit Eigenschaften des Dinkelelters, die man als Reihenmerkmale anzusprechen gewohnt war, 28 Chromosomen besitzen.

Das führte zu der Annahme, daß zwei der Dinkelgenome (v-Satz) den Emmergenomen (d-Satz) nahe verwandt sind; sie werden von vielen Autoren als direkt von Emmer stammend angesehen. In diesen müssen — der Theorie entsprechend — die einzelnen Faktoren dann in gleicher Weise lokalisiert sein, so daß ein freier Austausch stattfinden kann. Zu diesen Genen würden auch die von Kajanus (1923) als beiden Reihen „gemeinsam" nachgewiesenen Faktoren N R B C L S und G gehören, während Kajanus' Faktor V ein Sammelausdruck für die im überzähligen Siebenersatz lokalisierten Faktoren bedeuten würde. Der freie

1) Literaturhinweis siehe in Tab. 21 und unter Weizen S. 66.

Austausch zwischen den 14d- und 14 v-Chromosomen ergibt natürlich eine ungeheure Kombinationsmöglichkeit.

Das Gen S, das den Spelzcharakter bedingt, muß beispielsweise in beiden Reihen das gleiche sein, da aus der Kreuzung *dicoccum* × *vulgare* reine Spelze herausspalten. Diese freie Austauschmöglichkeit zwischen einer so großen Anzahl von Genen (lokalisiert in 14 Chromosomen!) beweist einmal die enge Beziehung, die im Faktorengehalt zwischen beiden Reihen besteht und erklärt andererseits die Unsicherheit, die bei Einreihung nach dem Phänotypus sich geltend machen kann; wie erwähnt, sind manche *turgidum*-Formen nur schwer von *vulgare* zu unterscheiden; ebenso *Tr. persicum*. Für diese Austausch- und Kombinationsanalyse ist die von Watkins mit Erfolg verwendete (bei Getreide höchst mühsame) Rückkreuzungsmethode von großem Wert.

Trotz des derart nachgewiesenen Austausches ist der Reihenhabitus in der Nachkommenschaft solcher Bastarde, wie oben gesagt, in hohem Maße von der Chromosomenzahl abhängig. Es entstehen die sogenannten Vermehrungs- und Verminderungsreihen, die in den späteren Generationen elterähnliche Formen (mit z. T. ausgetauschten Merkmalen) entstehen lassen, die sich den Chromosomenzahlen 14 bzw. 21 ziemlich schnell nähern. Hierzu die ausführliche Erörterung des Falles bei Renner ds. Handbuch II A, S. 117—124.

II. Die *Aegilops*-Hypothese

Ableitung des spezifischen Satzes aus *Aegilops*

Percival hat zuerst (1921, S. 342) aus morphologischen Gründen die Annahme aufgestellt, daß die *vulgare*-Weizen mit ihrer ungeheuren Variabilität hybriden Ursprungs sein müßten. Während sich die Rassen der Emmer- und Hartweizen aus Kreuzungen zwischen Mutanten eines und desselben Art-Prototyps verstehen lassen, muß man für die ganze Mannigfaltigkeit der *vulgare*-Weizen an Kreuzung zweier oder mehr verschiedener Arten denken. Auf die zuerst von Fabre für *Tr. vulgare*, später von Stapf für *Tr. Spelta* vermutete Abstammung von *Aegilops* zurückgreifend, leitet Percival die *vulgare*-Weizen aus der Kreuzung: Emmerreihe × *Aegilops* ab. Nach ihm (1921, S. 343) finden sich die Eigenschaften, welche die Dinkelreihe von den Emmern unterscheiden, alle bei *Aegilops* wieder. Es sind dies:

1. Anwesenheit einer einzigen Reihe langer Haare auf der Kante der Längsrippen des jungen Blattes, bei kurzer oder fehlender Behaarung auf den Seiten der Rippen.
2. Dünnwandige hohle Halme.
3. Die außerordentlich zähe nichtbrüchige Spindel.
4. Abrundung und Fehlen des Kieles im unteren Teil der Hüllspelze bei vielen Rassen.
5. Die verhältnismäßig kurzen Grannen der vollbegrannten Ähren, das Vorkommen von unbegrannten und halbbegrannten Ähren.

Sax fügt 1927 hinzu:

6. Starke Bestockung.
7. Niederliegender Jugendhabitus (Winter-Typus).
8. Ähre breiter auf dem Rücken der Ährchen.
9. Hüllspelzen oben breit.
10. Korn weich.
11. Empfänglichkeit für Rost.

Diese Merkmale finden sich nicht bei den vermeintlichen Stammformen des Emmers (*dicoccoides*); sie finden sich indessen alle bei *Aegilops ovata* L. oder

Aegilops cylindrica Host, die nach Meinung von Percival am Aufbau der *vulgare*-Rassen beteiligt sind (neueste Darstellung bei Percival 1930).

Hier ist jedoch einzuwenden, daß, wie später für die Artikulation gezeigt wird (siehe S. 150), so auch für das Auftreten der anderen hier angeführten Merkmale eine Erklärung auf dem Boden der Lehre von der Parallelvariation möglich ist. Der hohle Halm findet sich auch bei *monococcum*, die zähe Spindel bei *durum*- und *turgidum*-Sippen, kurzgrannige, langgrannige und unbegrannte Formen nebeneinander besitzt auch *Hordeum*. *Triticum* und *Aegilops* bilden auch in anderen als den hier genannten Eigenschaften ein besonders schönes Beispiel für das Gesetz der homologen Serien. Zwingend könnte deshalb der Schluß aus dieser Tatsache allein auf die phylogenetische Ableitung nicht sein.

Versuch der Synthese

Percival ist diesem Gedanken in der nun folgenden Zeit nachgegangen und hat systematisch die Synthese der bekannten Weizenformen durch *Aegilops* × Emmerkreuzungen versucht. Während in vielen Fällen morphologisch ähnliche Typen entstanden, versagte indessen, wie nach früheren Erfahrungen zu erwarten war, die Fertilität. Die Arbeiten, Kreuzung von Weizen mit *Aegilops ovata*, *cylindrica*, *triuncialis* und *ventricosa* umfassend, liegen heute in einer gewissen Vollständigkeit vor (siehe Tab. 21).

Einen neuen Aufschwung erfuhr das Problem, als es 1926 Tschermak gelang, zwei fertile konstante Weizen × *Aegilops*-Bastarde herzustellen, die er *Aegilotricum* benannte: F_5 und F_6 aus *Aegilops ovata* × *Triticum dicoccoides* und *Aegilops ovata* × *Triticum durum*. Die cytologische Untersuchung durch Bleier ergab 28 Chromosomen haploid, d. h. die Summe der elterlichen Chromosomen, die also ohne Konjugation, mit auf nicht festzustellende Weise erzeugter nachfolgender Verdoppelung der Chromosomenzahl im Bastard, entstanden sind. — Dieser Modus der Artbildung ist von Karpetschenkos *Raphanobrassica* her bekannt. Für die hexaploiden Weizen müßte mit der Addition 7 + 14 und nachfolgender Verdoppelung gerechnet werden, ein Fall, der natürlich nur selten realisiert sein kann.

Zeigte das Tschermaksche Experiment somit einen Weg durch Kreuzung von *Aegilops* mit einem tetraploiden Weizen zu einer hochchromosomigen Form zu kommen, so zeigte sie doch nicht den Weg, den die Natur bei Schaffung der Dinkelweizen gegangen war; denn der konstante neue Typus ist kein Weizen vom *vulgare*-Typus, noch besitzt er die diesem eigene Haploidzahl 21 (Schiemann 1928). Das gleiche gilt für einen wenigstens partiell fertilen Bastard, den Percival (1930) zwischen *turgidum* und *Aegilops ovata* erzielte mit $2n = 56$ Chromosomen, dessen cytologisches Verhalten dem des Tschermak-Bleierschen Bastards entspricht.

Die cytologischen Affinitäten

Da in der Gattung *Aegilops* die gleichen Chromosomenzahlen sich finden wie bei *Triticum*, nämlich 7, 14 und 21, so könnte ja auch eine andere Kombination vorgelegen haben; abweichend von *Triticum* sind die drei Multiplen bei *Aegilops* nicht an die großen morphologischen und physiologischen Reihenunterschiede geknüpft (Schiemann 1928), sondern finden sich oft innerhalb einer Art. Mit der Analyse der *Aegilops*-Weizenkreuzungen von experimenteller und cytologischer Seite her ist ein Weg beschritten, der über die verwandtschaftlichen Beziehungen zwischen Dinkel- und Emmerweizen von ganz anderer Seite ein Licht zu werfen vermag, auch wenn das vielfach erwartete Resultat, die direkte Synthese, nicht erreicht wird.

Die Beziehungen zwischen *Aegilops* und *vulgare*

Wenn die Annahme zu Recht besteht, daß die sieben „Extrachromosomen" in *vulgare* von *Aegilops* stammen, so war im *Aegilops* × *vulgare*-Bastard eine Konjugation von sieben Chromosomenpaaren zu erwarten. Sax fand als erster (1924) diese Annahme bestätigt; in der Kreuzung *Tr. vulgare* × *Ae. cylindrica* (n = 21 × n = 14) wurden nicht 14, sondern nur sieben Bivalente gefunden (später von Kagawa [1928] und Bleier [1928] bestätigt).

Gaines und Aase wiesen fernerhin nach, daß in der Kreuzung Emmerreihe × *Ae. cylindrica* keine Konjugation der Emmer- und *Aegilops*-Chromosomen stattfindet. Sie erweiterten also die Theorie dahin, daß die zwei Emmersätze mit den zwei *Aegilops*-Sätzen nichts gemeinsam haben. Sax konnte das für *Ae. ovata* bestätigen. Die Theorie sah somit sehr einfach aus: von den drei Weizengenomen kommen zwei aus der Emmergruppe, einer aus *Aegilops*; sie wurden A und B, bzw. C genannt.

Percivals Ansicht, daß die sieben überzähligen Chromosomen von *Aegilops* stammen, hat durch seine letzte große cytologische Analyse eine wesentliche Stütze erhalten. Das sehr reiche Material (33 Kreuzungen), das er beigebracht hat, läßt die Gesetzmäßigkeiten deutlicher zutage treten. Bemerkenswert ist vor allem das unzweifelhaft gesetzmäßige Auftreten von sieben Bindungen in den Kreuzungen zwischen *Ae. cylindrica* und der Dinkelgruppe, das die von Sax und Kagawa gefundene Zahl 5—7 genauer stellt. Dazu kommt, daß diese Konjugation in Form einer normalen Parasyndese vor sich geht, während in allen anderen Kombinationen (mit einer Ausnahme) Telosyndese vorliegt und die Zahl der Bindungen überhaupt schwankt. Percival legt diesem Unterschied in der Konjugationsart großen phylogenetischen (oder besser: systematischen) Wert bei (siehe Tab. 21).

Die Ausnahme betrifft *ventricosa* × *monococcum*, wo auffallenderweise 1—4 Bivalente, z. T. in parasyndetischer Bindung, auftreten.

Ist so die von Percival früher auf Grund morphologischer Übereinstimmung ausgesprochene Annahme, daß *Ae. ovata* und *cylindrica* durch Kreuzung mit Emmer am Aufbau der *vulgare*-Weizen beteiligt sind, für *cylindrica* durch das cytologische Verhalten der Bastarde äußerst wahrscheinlich gemacht, so ist das Resultat für *ovata* durchaus negativ.

Monococcum und Emmer

Es war nun festzustellen, welche Bedeutung die zwei Genome im Emmer haben, die zunächst, am naheliegendsten, als eine Verdoppelung des haploiden Genoms von *monococcum* als dem primitivsten Weizen aufgefaßt wurden.

Die Beziehungen zwischen *monococcum* und den Emmern haben zuerst Sax und Thompson untersucht (Sax 1927). Beide fanden in *monococcum* × *turgidum* sieben Bivalente und sieben Univalente; Thompson nur selten, meist 5—6; Kihara später 4—7. Das Verhalten der Univalenten in der zweiten Teilung wird aber von den Autoren verschieden geschildert. Die Konjugation von sieben Paaren wird als Allosyndese gedeutet und damit der Einkornsatz mit einem Emmersatz homolog gesetzt (A-Satz). Longley und Sando fanden allerdings überall die Bindungen stark schwankend zwischen 0 und 7.

Über die Herkunft des B-Satzes sind keinerlei Hypothesen aufgestellt, obgleich diese Annahme, daß nur ein Siebenersatz aus der Einkornreihe stammt, sich fast allgemeiner Annahme erfreut. Somit waren die drei Reihen zu formulieren als:

A, AB, ABC.

Wenn nun *vulgare* die beiden Emmersätze enthält und einer derselben *monococcum* homolog ist, so sollte man in *monococcum* × *vulgare* sieben Bivalente erwarten;

Melbourne und Thompson fanden in *Spelta* × *Monococcum* bis zu fünf, nicht mehr, meist weniger. Longley und Sando 0—7 (variabel wie oben), was gegenüber der sehr regelmäßigen und vollständigen Bindung bei Emmer × Dinkel beachtenswert ist.

Eine Schwierigkeit für die Theorie liegt darin (Thompson), daß *Tr. monococcum* (Satz A) einige *vulgare*-Merkmale hat, die *durum* nicht hat, wie hohler Halm, kurze Hüllspelze, Gipfelpolster am Samen — letzteres wohl aber bei *dicoccum*!

Abweichend von der allgemein verbreiteten Annahme sieht Percival (1930) die Emmer als autopolyploid, aus *monococcum* durch Verdoppelung hervorgegangen an, vor allem wegen der morphologischen Ähnlichkeit zwischen *aegilopoides* und *dicoccoides* — eine Ansicht, die auch in dem Kapitel über Emmer vertreten wurde (siehe S. 102).

Aus dem Verhalten in der Kreuzung *durum* (= Kubanka) × *vulgare* hat Sax weitere Schlüsse gezogen. Die cytologischen Bilder sind ähnlich wie bei Emmer × *vulgare*; die sieben Univalenten werden aber in der zweiten Teilung

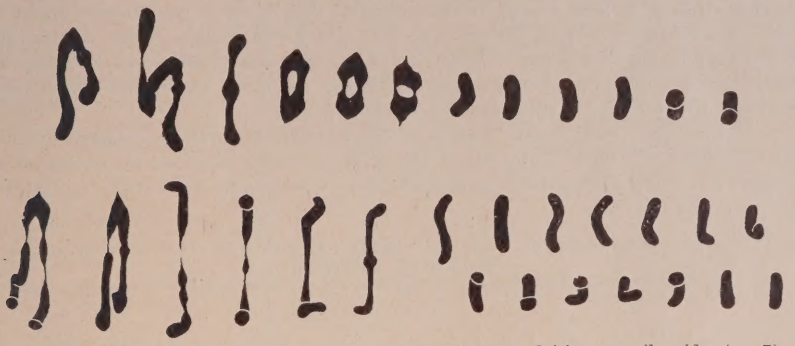


Abb. 27. Trivalente Chromosomen in der Metaphase von *Triticum aegilopoides* (n=7) × *Tr. dicoccum* (n=14). Nach Kihara u. Nishiyama 1928).

z. T. ausgestoßen; die Rückkreuzung mit Kubanka gibt meist 14-chromosomige Formen, aber viele mit ausgetauschten Eigenschaften. Sax spricht die Vermutung aus, daß unter den Univalenten sich eventuell auch Emmerchromosomen befinden, was eine Autosyndese von *vulgare*-Chromosomen voraussetzen würde. Das so etwas vorkommen kann, zeigt die Beobachtung von Jenkins in *Tr. turgidum* × *Aegilops speltoides* = 14 × 7 Chromosomen, wo vier bis zehn Bivalente gefunden wurden in der Frequenz:

Bivalente	4	5	6	7	8	9	10
Univalente	13	11	9	7	5	3	1
Frequenz	1	5	9	71	15	1	1

Es muß also hier Autosyndese zwischen mindestens 3 × 2 *turgidum*-Chromosomen vorkommen.

Auch die Bildung von Trivalenten kann nur als Autosyndese gedeutet werden. Kihara und Nishiyama (1928) sahen in der Kreuzung Einkorn × Emmer bis zu drei Trivalente und in der Kreuzung *Spelta* × *aegilopoides* zehn Bivalente und drei Trivalente; sie nehmen dafür Autosyndese zwischen Chromosomen zweier der *vulgare*-Genome an (siehe Abb. 27).

Weiteres über Trivalente bei Elders (1927), Kihara (1929).

Im Gegensatz dazu fanden GAINES und AASE keine Konjugation in ihrem haploiden *vulgare*-Weizen; ebenso bleiben bei Kreuzung *vulgare* oder *Spelta* mit Roggen meist alle Chromosomen ungepaart; seltene Ausnahmen, 1—2 II, deutet THOMPSON aber doch als Autosyndese von *vulgare*-Chromosomen.

Spelta × Roggen 21 S I + 7 R I = ungepaart,

chinesischer Weizen × Roggen 21 + 7 = fast alle ungepaart gelegentlich 1—3 II (THOMPSON 1926).

In Verbindung mit diesen cytologischen Beobachtungen verdient ein experimentelles Ergebnis hervorgehoben zu werden. Im weiteren Verlauf der Analyse von Emmer × Dinkelkreuzungen (siehe besonders die amerikanischen Arbeiten, Jour. Agric. Research) gewinnt es fast den Anschein, als ob alle Eigenschaften, die einen leichter, die anderen schwerer, von einem Reihentyp in den anderen übergehen können. Dies ist sogar für die ursprünglich unübertragbare Immunität gelungen (HAYES, STAKMANN a. AAMODT 1925, HAYES, PARKER a. KURZWEIL 1920, WALDRON 1921, FRASER 1923, ELDERS 1927), die gerade als eines der speziellen Reihenmerkmale galt. THOMPSON macht schon 1925 darauf aufmerksam, daß es kein einziges Merkmal gibt, das, einzeln genommen, nicht in jeder der beiden Gruppen vorkommt. Erst die Kombination vieler ist für den Reihentypus entscheidend. Damit ist aber die Annahme, daß die für die Dinkelreihe charakteristischen Eigenschaften in dem ungepaart bleibenden Siebenersatz lokalisiert sind, ins Schwanken geraten.

THOMPSON (1925) zeigt, daß aus der Kreuzung *durum* × *vulgare* Formen hervorgehen, die nach Typus und Chromosomenzahl deutlich zu *durum* bzw. *vulgare* zu stellen sind, jedoch vereinzelte, aber wesentliche Merkmale der anderen Reihe enthalten:

Tabelle 20. Beziehungen zwischen Morphologie und Chromosomenzahl nach THOMPSON (1925)

	durum-Merkmale												
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
14—15 Chr.	—	1	—	—	—	—	—	—	3	7	4	1	—
16—19 Chr.	1	—	3	1	2	2	3	1	2	1	—	—	—
20—21 Chr.	2	4	2	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—

	vulgare-Merkmale												
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
14—15 Chr.	—	3	8	3	1	—	—	—	—	1	—	—	—
16—19 Chr.	—	1	2	4	4	2	2	—	1	—	—	—	—
20—21 Chr.	—	—	—	—	—	—	1	—	1	2	2	2	1

Weitere Beiträge zu dieser Frage siehe bei SAPEHIN (1927, 1928).

Es scheint demnach, daß zwar in den meisten Fällen die Emmerchromosomen des *vulgare*-Weizens (A B) sich so scharf von den sieben Extrachromosomen (C) unterscheiden, daß eine reinliche Trennung erfolgt, daß aber in nicht zu übersehender Häufigkeit eine Fehlkonjugation zustande kommt zwischen Chromosomen des A B- und des C-Satzes.

Dafür spricht nach THOMPSON auch der Umstand, daß es einzelne feste alte Varietäten gibt, die ebenso aufgebaut sind, nämlich: *durum*-Varietäten „mit hohlem Halm, mehligem Endosperm, lockerer Ähre, grannenlos", *vulgare*-Varietäten mit ganz gekielten Hüllspelzen (z. B. Marquis, der auf eine Kreuzung indischer und russischer *vulgare*-Weizen zurückgeht), markigem Halm usw.

Tabelle 21. Bindungen in Kreuzungen von *Triticum*, *Aegilops* und *Secale*; im Anschluß an Longley and Sando (1930) und Percival (1930), ergänzt.

	♀	♂	Chr. conj.			Syndese
I. *Triticum* × *Triticum* (S. 692)						
aegilopoides × *dicoccum*	7	14	4—7	Kihara	1924	
„ × „	7	14	{3—7 II 0—3III	K. u. Nishiyama	1928	
monococcum × *turgidum*	7	14	7	Sax	1922, 1927	
„ × „	7	14	3—7	Thompson	1926	
dicoccoides × *monococcum*	14	7	0—6	Longley u. S.	1930	
dicoccum × „	14	7	4—7	Kihara	1924	
„ × „	14	7	{0—3III 3—7 II	Kih. u. N. „ „ „	1928 1928	
„ × *vulgare*	14	21	14	Sax	1923	
durum × „	14	21	14	Kihara	1919, 21, 24	
„ × „	14	21	14	Sapehin	1928	
„ × „	14	21	14	Sax	1922	
„ × „	14	21	14	Kih. u. N.	1928	
turgidum × *monococcum*	14	7	0—7	Lgl. u. Sando	1930	
„ × *compactum*	14	21	14	Kih.	1919, 1924	
„ × *vulgare*	14	21	14	Watkins	1924	
polonicum × *monococcum*	14	7	0—5	L. u. S.	1930	
„ × *compactum*	14	21	14	Kih.	1924	
„ × *Spelta*	14	21	14	„	1919, 1924	
vulgare × *monococcum*	21	7	0—7	L. u. S.	1930	
„ × *durum*	21	14	14	Sax	1922	
„ × *turgidum*	21	14	14	„	1922	
compactum × *monococcum*	21	7	0—7	L. u. S.	1930	
„ × *durum*	21	14	14	Sax	1922	
Spelta × *aegilopoides*	21	7	{7—10 II 0—3 III	Kih. u. N.	1928	
„ × *monococcum*	21	7	0—5	Melb. u. Thomps.	1928	
„ × „	21	7	0—5	L. u. S.	1930	
II. *Triticum* × *Secale* (S. 700)						
T. vulgare × *S. cereale*	8	8	—	Nakao	1911	
„ × „	21	7	0—3	Thompson	1926	
„ × „	21	7	0—3	Kih.	1924	
„ × „	21	7	—	Nikolajewa	1924	
„ × „	21	7	—	Zalesky u. Dor.	1924/25	
„ × „	21	7	0	L. u. S.	1930	
„ × *S. montanum*	21	7	0—1	„ „ „	—	
T. Spelta dicoccoides × „	21	7	0—3 0	„ „ „ „ „ „	— —	
III. *Aegilops* × *Triticum*						
Ae. ovata × *T. monococ.*	14	7	0—5	Bleier	1928	
„ × „	14	7	1—5	Percival	1930	Telo
„ × *dicoccoides*	14	14	1—3	„	1930	„
„ × „	14	14	0—3 meist 0	Kihara	1929	
„ × *dicoccum*	14	14	0—7	Perc.	1926	
„ × „	14	14	1	„	1930	Telo
„ × „	14	14	0	Sax	1928	
„ × *persicum*	14	14	0—1	Perc.	1930	Telo
„ × *polonicum*	14	14	1—(2)	„	1930	„
„ × *turgidum*	14	14	1—2	„	1930	„
„ × *durum*	14	14	1—2	„	1930	„
„ × „	14	14	1—7(4)	Kihara	1929	

Fortsetzung von Tabelle 21

	♀ ♂	Chr. conj.			Syndese
III. *Aegilops* × *Triticum*					
Ae. ovata × *T. vulgare*	14 21	0—3	Bleier	1928	
„ × „	14 21	0—wen.	Perc.	1926	
„ × „	14 21	2—3	„	1930	Telo
„ × „	14 21	0—7	Sax	1928	
„ × *compactum*	14 21	2—3	Perc.	1930	Telo
„ × *Spelta*	14 21	1—3	„	1930	„
„ × *sphaerococc.*	14 21	4	„	1930	„
T. dicoccoides × *Ae. ovata*	14 14	0—6	Kihara	1929	II. u. III.
durum × „	14 14	0—4 meist 0	„	1929	„
Ae. cylindrica × *T. dicoccoides*	14 14	1—4(2)	Perc.	1930	Telo
„ × *dicoccum*	14 14	0—4	Kagawa	1929	
„ × „	14 14	1—4	Perc.	1930	Telo
„ × *durum*	14 14	0	Bleier	1926	
„ × *turgidum*	14 14	0	Gaines u. Aase	1928	
„ × „	14 14	0—3	Longley u. Sd.	1930	
„ × „	14 14	1—4	Percival	1930	Telo
„ × *polonicum*	14 14	0—3	L. u. S.	1930	
„ × „	14 14	1—4	Perc.	1930	Telo
„ × *vulgare*	14 21	5—7	Sax u. Sax	1924	
„ × „	14 21	6—7	Kagawa	1928	
„ × „	14 21	7	Percival	1930	Para
„ × *compactum*	14 21	7	„	1930	„
„ × *Spelta*	14 21	7	Bleier	1928	
„ × „	14 21	7	Perciv.	1930	Para
T. vulgare × *Ae. cylindrica*	21 14	7	Gaines u. Aase	1926	
„ × „	21 14	7	Kagawa	1928	
Spelta × „	21 14	0—3 selt.	Perc.	1926	
Ae. crassa × *T. dicoccoides*	21 14	0—5	Longley u. Sd.	1930	
„ × *dicoccum*	21 14	0—6	„ „ „	1930	
„ × *durum*	21 14	0—3	„ „ „	1930	
„ × *turgidum*	21 14	0—4	„ „ „	1930	
„ × *polonicum*	21 14	0—4	„ „ „	1930	
„ × *compactum*	21 21	0—7	„ „ „	1930	
„ × *vulgare*	21 21	0—7	„ „ „	1930	
„ × *Spelta*	21 21	0—6	„ „ „	1930	
triaristata × *vulgare*	14 21	0—7	Bleier	1930	
triuncialis × *dicoccoides*	14 14	1—3	Perc.	1930	Telo
„ × *durum*	14 14	1—6	„	1930	„
„ × *turgidum*	14 14	1—3	„	1930	„
„ × *vulgare*	14 21	1—5	„	1930	„
„ × *Spelta*	14 21	0—3 selt.	„	1930	„
„ × „	14 21	0—7 meist 2	Kihara	1929	II u. III.
Tr. Spelta × *Ae. triuncialis*	21 14	1—5	„	1929	„
Ae. ventricosa × *T. monococ.*	14 7	1—4	Perc.	1930	Telo u. Para
„ × *dicoccoides*	14 14	0—2	„	1930	Telo
„ × *dicoccum*	14 14	0—2 selt.	„	1930	„
„ × *turgidum*	14 14	0—2	„	1930	„
„ × *polonicum*	14 14	0—2	„	1930	„
T. turgidum × *Ae. speltoides*	14 7	4—10(7)	Jenkins	1929	
IV. *Aegilops* × *Aegilops*					
Ae. cylindrica × *Ae. ovata*	14 14	7—13	Percival	1930	meist Telo
ovata × *cylindrica*	14 14	7—13	„	1930	„ „
triuncialis × *cylindrica*	14 14	3—12	„	1930	5—6 Para, Rest Telo
ovata × *triuncialis*	14 14	0—7	Longley u. Sd.	1930	

Fortsetzung von Tabelle 21

	♀ ♂	Chr. conj.			Syndese
IV. *Aegilops* × *Aegilops*					
Ae. ovata × *Ae. triuncialis*	14 14	5—11	Kihara	1929	II u. III
„ × *ventricosa*	14 14	3—7	Perc.	1930	meist Telo
„ × „	14 14	5—10	Kihara	1929	II u. III
ventricosa × *ovata*	14 14	3—8	„	1929	II u. III
cylindrica × *ventricosa*	14 14	6—7	Percival	1930	meist Para
ovata × *caudata*	14 7	7—10 (!)	Bleier	1930	
V. *Aegilops* × *Secale*					
Ae. triuncialis × *S. cereale*	14 7	5—7	Karpetschenko u. Sorokina	1929	

Wegen der großen Wichtigkeit, welche die Bindungsverhältnisse heute für die phylogenetische Bedeutung gewonnen haben, bringen wir, im Anschluß an Longley u. Sando (1930), ergänzt, in Tabelle 21, eine Liste derselben und in Tab. 22, S. 136 die Resultate in Gruppen zusammengefaßt. *Spelta* ist wegen durchweg schwächerer Bindungen von *vulgare* abgetrennt.

Sehr weitgehende cytologische Analysen von phylogenetischem Gesichtspunkte aus hat Kagawa durchgeführt; als neues Kriterium führt er einen Vergleich von Chromosomenform und -größe ein (1929; siehe Tab. 23). Das Maß ist die relative Länge des längsten zu der des kürzesten Chromosoms. Sie ist in *monococcum* verschieden von der für alle tetra- und hexaploiden Arten sehr gleichartigen Länge. In *monococcum* sind drei Chromosomenlängen vertreten: 6 l, 6 m und 2 k; in *durum* sind 2 k, nicht etwa 4 k vorhanden. Die 14 Chromosomen sind also nach diesem Befund nicht einfach 2 × 7 *monococcum*-Chromosomen.

Tabelle 23. Chromosomenlängen nach Kagawa 1929

Relative Länge des längsten zu der des kürzsten Chromosoms bei:

Tr. monococcum	100 : 68		
dicoccum	100 : 50—52	50—54	= 44—50—57
durum	100 : 50—54		
polonicum	100 : 50—54		
Spelta	100 : 50—57	44—57	
vulgare	100 : 44—50		
compactum	100 : 51—54		
Aeg. ovata	100 : 51—56		
speltoides	100 : 65		

In *monococcum* fand Kagawa fünf Chromosomentypen; in *durum*, *Spelta*, *compactum* kommen neue Typen vor, die nicht in *monococcum* vorhanden sind, z. B. mit abweichenden charakteristischen Einschnürungen; allen gemeinsam sind drei Typen nach Form und Größe.

Der Vergleich der *Ae. ovata*- und *speltoides*-Chromosomen zeigt, daß auch bei *Aegilops* es sich nicht um eine einfache Verdoppelung des *speltoides*-Siebenersatzes handelt. *Speltoides* hat an allen Chromosomen mediane Einschnürungen, *ovata* dagegen an einigen subterminale; weder *cylindrica* noch *ovata* können als Autopolyploide des *speltoides*-Satzes angesehen werden.

Daraus schließt der Verfasser für *Triticum*:

1. Die tetra- und hexaploiden Weizen sind nicht di- bzw. triploide von *monococcum*;

Tabelle 22. Die bis 1930 von verschiedenen Autoren beobachteten Bindungen in Kreuzungen von *Triticum* und *Aegilops*

		Triticum				*Aegilops*					
		Einkorn	Emmer	*vulgare*	*Spelta*	*speltoides*	*cylindrica*	*triuncialis*	*caudata*	*ovata*	*ventricosa*
Triticum	Einkorn . . .		7, 4—7 3—7 3—7 (0—3 III)								
	Emmer . . .	0—6 4—7 3—7 (0—3III) 0—7 0—5		14 14 14 14 14 14 14 14	14	4—10[2])					
	vulgare . . .	0—7 0—7	14 14 14				7 7				
	Spelta	0—5 0—5 7—10 (0—3 III)[1])					0—3 selten				
Aegilops	*ovata*	0—5 1—5	0, 0—7 0—2 1—3, 1, 0—1 1—2 1—2 1—2	0—3 0—7 0—wenige 2—3 2—3	1—3 sphaerococcum 4		7—13	0—7	7—10		3—7
	cylindrica . .		0—4 0 0 0—3 0—3 1—4 1—4 1—4 1—4	5—7 5—6 7 7	7 7					7—13	6—7
	crassa		0—5 0—6 0—3 0—4 0—4	0—7 0—7	0—6						
	triaristata . .			0—7							
	triuncialis . .						3—12				

1) *T. Spelta* × *T. aegilopoides* (Kihara u. Nishiyama).
2) *T. turgidum* × *Ae. speltoides* (Jenkins).

2. *durum* und *polonicum* sind aber auch nicht diploide eines anderen, als des *monococcum*-Satzes;
3. *vulgare* kann nicht von *dicoccum* abgeleitet werden; für *Spelta* und *compactum* ist dies noch nicht zu entscheiden;
4. für *compactum* zeigt der Gaines und Aasesche haploide Weizen, für *Spelta* die Kreuzung *Spelta* × *monococcum* mit 0—5, seltenen Bivalenten, daß ihr Satz nicht ein dreimal diploider ist. Der Weizen ist mithin nicht autopolyploid, also nicht durch Verdoppelung entstanden, sondern durch einen Prozeß, der verschiedene Sätze zusammengebracht hat, d. h. durch Hybridismus; er ist allopolyploid. Da einzelne Typen von Chromosomen in allen vorkommen, müssen einzelne Ahnen allen oder einigen gemeinsam sein.

Obgleich nicht ausdrücklich ausgesprochen, vertritt der Verfasser damit offenbar die Ansicht, daß auch die Tetraploidie aus der Diploidie bei *Triticum* durch Hybridismus entstanden ist.

Aus alledem ergibt sich folgendes Bild für die Beziehungen der Genome in den verschiedenen Weizen- und *Aegilops*-Arten[1]):

	mon.	*dic.*	*vulg.*	*cyl.*	*ovata*	*crassa*
Sax, Thompson	A	AB	ABC	—	CD	—
Kihara u. Nishiyama	A	AB	ABC	—	—	—
Gaines u. Aase	A	AB	ABC	CD	—	—
Longley u. Sando	A	AB	ABC	BD	AD	BDE

Wenn auch die Theorie im großen und ganzen den Tatsachen gerecht zu werden scheint, so finden sich doch auch eine ganze Reihe von Unstimmigkeiten, die zur Zeit noch ungeklärt sind. Es sei nur auf einige hingewiesen:

1. Nach Sax-Thompson hat *monococcum* den A-Satz, *ovata* weder A noch B; nach Bleier konjugieren trotzdem *ovata* und *monococcum* (bis zu 5).
2. Nach Percival und Bleier konjugieren *ovata* und *vulgare* sehr selten; nach ihrer Morphologie sollte man häufigere Konjugation erwarten.
3. Die sieben Chromosomen von *speltoides* müssen homolog sein mit einem Satz von *turgidum*; *speltoides* hat aber wie Jenkins zeigt, eine Reihe Merkmale, die *vulgare* von Emmer unterscheiden — z. T. dieselben, die S. 128 aufgezählt sind (Jenkins 1929).

In diesem Zusammenhang sind endlich die Beobachtungen von Wichtigkeit, die experimentell und cytologisch an Speltoiden gemacht sind. Die Fehlkonjugation innerhalb *vulgare* führt, so wie die heute wahrscheinlichste Hypothese annimmt, zu einer Verschiebung des Verhältnisses von B- und C-Elementen. Ein Plus von B über C bringt Spelzcharaktere, d. h. aber, Merkmale der Emmerreihe zum Ausdruck; ein Fehlen von B-Elementen führt zum *subcompactum*-Typus. Näheres siehe bei Speltoiden S. 154.

III. Die Roggenhypothese[2])

Endlich ist noch einer Hypothese zu gedenken, die zur Zeit von Meister, der sie aufgestellt hat, soviel ich sehe, allein vertreten wird, obgleich sie vielleicht ebensoviel Wahrscheinlichkeit für sich beanspruchen kann, wie die *Aegilops*-Hypothese: nämlich die Ableitung der hexaploiden Weizen aus der Kreuzung *dicoccum* × Roggen. Diese 1927 ausgesprochene Hypothese stützt sich auf Aufspaltungsergebnisse spontaner und künstlicher Kreuzungen zwischen *vulgare*-Weizen und Roggen in der Saratower Versuchsstation.

1) Percival verzichtet (1930) ausdrücklich zunächst noch auf eine Formulierung.
2) Literatur s. S. 67.

Zum besseren Verständnis sei das, was wir über Weizen × Roggenbastarde heute wissen, vorangestellt. An künstlichen Kreuzungen zwischen beiden hat man sich lange mit sehr geringem Erfolg versucht, obgleich spontan immer wieder Einzelexemplare gefunden wurden. Ihre Roggenähnlichkeit, Frohwüchsigkeit (Heterosis) und größere Höhe macht sie in einem Weizenbestand äußerst auffällig.

Abb. 28. Fertile Weizen × Roggenbastarde. Nach MEISTER 1927/28. Rechts Hybrid mit großem Korn und rundlicher Form aus der Familie Typus *inflatum* stammend.

Der erste, der positive Resultate von Bedeutung erzielte, war JESENKO (1914). Seitdem ist die Herstellung mit wachsendem Interesse für die hier berührten theoretischen (phylogenetischen) und praktischen (züchterischen) Fragen von allen Seiten versucht und ebenso wie die Kreuzungen mit Einkorn und *Aegilops* mit zunehmendem Erfolg durchgeführt worden.

Besonders wichtig sind die von MEISTER (1921) bekanntgemachten massenhaft beobachteten Spontanbastardierungen in Rußland, Steppenstation Kameneja-Steppe bei Saratow, die der Ausgangspunkt einer großzügigen theoretischen und praktischen Bearbeitung des Problems wurden.

Wie bei den Weizenartbastarden ist auch bei dem Gattungsbastard versucht worden, die Kreuzbarkeit als Maß der Verwandtschaft auszuwerten. Es ist indessen nicht gelungen, Gesetzmäßigkeiten in dieser Richtung festzustellen. FIRBAS hat auf diese Frage zielende Versuche durchgeführt (1920); seitdem sind seine Resultate vielfach bestätigt. Es zeigt sich, daß gewisse Sorten einen höheren Ansatz geben als andere, ohne daß hierbei die systematische Stellung des Weizens irgendwie zum Ausdruck kommt. Die Ursachen für die Verschiedenheiten im Erfolg sind noch völlig unverständlich (vgl. *dicoccum* (Sorte Khapli) × *vulgare*, S. 72). Gute Muttersorten sind z. B. chinesischer Kolbenweizen, bei dem BACKHOUSE (1916) 80 % bzw. 93 % Ansatz, THOMPSON (1926) 90 % Ansatz erhielt; ferner aus *vul-*

Abb. 29. Fertile Weizen × Roggenbastarde. Nach MEISTER 1927/28.
Links *vulgare.*, Typ *speltiforme*; rechts *dicoccum* sich annähernd.

gare var. *erythrospermum* eine Sorte in Saratow, die 20% Spontanbastarde lieferte.

Schlechter oder kein Erfolg wurde erzielt bei Igelweizen von FIRBAS (1920); bei *Shirno* = *vulgare* von BACKHOUSE (1916).

Reziprok gelingt die Kreuzung nur selten; zum erstenmal Gaines und Stevenson (1922) auf dem Roggen „Rosen"; sodann Meister und Tiumiakoff (1928).

Abb. 30. Fertile Weizen × Roggenbastarde. Nach Meister 1927/28.

In beiden Richtungen sind die — übrigens matroklinen Bastarde steril; aber für Rückkreuzung mit den Eltern ± fertil. Die ersten Saratower Spontanbastarde gaben bei 220 Einschlüssen in F_1 keinen Samen, aber aus freier Bestäu-

bung spontan wurden 1200 Samen erzielt; 1925 wurden aus einer F_1 im Feldbestand sogar 11 000 Samen geerntet (MEISTER 1927).

Schon die erste Beschreibung der F_2—F_4-Pflanzen[1]) bei JESENKO läßt den großen Typenreichtum in morphologischer, vor allem aber auch in physiologischer Hinsicht in dieser Kreuzungsdeszendenz erkennen. Sie wird von allen späteren Versuchsanstellern bestätigt. MEISTER aber hat als erster der Eigenart dieser Spaltung, die ihm in seinem umfangreichen Material deutlicher werden konnte als den anderen, volle Aufmerksamkeit geschenkt. Sie hat ihn zur Aufstellung seiner Hypothese geführt, die mit den Worten wiedergegeben sei, in die er sie zum 5. Intern. Kongreß 1927 gekleidet hat (S. 1109):

„Die phylogenetische Verwandtschaft zwischen Weizen und Roggen wird konstatiert: erstens durch leichte Kreuzung dieser Spezies untereinander, zweitens durch die biochemische Reaktion von MAGNUS und FRIEDENTHAL. Bei den Kreuzungen des weichen Weizens mit Roggen verschlingt der Weizen die Roggenmerkmale, wobei in den meisten Fällen die Merkmale des Weizens stark verändert werden. Dann bilden sich grobe, zarte, frühreife und spätreife Formen mit Fehlen der Winterfestigkeit bis zu solchen Formen, bei denen die Winterfestigkeit bedeutend höher ist als die Winterfestigkeit des an der Kreuzung beteiligten Weizens. Dann kommen Formen mit verkürzten Internodien und Ähren des Typus *clavatum*. Endlich spalten stets in ziemlich erheblichen Quantitäten Formen ab, die nach ihren Merkmalen dem Weizen des Typus *dicoccum* ähnlich sind. Dies alles zusammen läßt die Herkunft der Spezies *Tr. vulgare*, *Tr. compactum*, *Tr. Spelta* durch Kreuzung zwischen Weizen des Typus *dicoccum* und wildem Roggen[2]), der die Kultur des weichen Weizens in Zentralasien begleitet, sehr wahrscheinlich erscheinen. Augenscheinlich konnte dieser speziesbildende Prozeß auf der Peripherie der Verbreitungsgebiete des Weizentypus *dicoccum* stattfinden. Die Herkunft des weichen Weizens aus dieser Art ist cytologisch leicht zu erklären. Weizen des Typus *dicoccum* mit 28 Chromosomen und Roggen mit 14 Chromosomen konnten sich leicht miteinander kreuzen. In dem Vorgange der Verdoppelung der Chromosomenzahl, den TSCHERMAK und BLEIER bei Hybriden beobachteten, die TSCHERMAK als *Aegilotriticum* bezeichnete, konnten sich Typen des weichen Weizens mit 42 Chromosomen bilden."

Unter den Typen, die als balancierte Typen in späteren Generationen — mit Merkmalen von beiden Eltern — neben *dicoccum*-ähnlichen festgestellt wurden, werden *rigidum*, *inflatum*, *speltiforme* genannt (siehe Abb. 28—30); alles Typen mit grobem Spelzenschluß, die für Turkestan, Buchara, Persien, Afghanistan charakteristisch und endemisch sind. Das ist aber ein Gebiet, „in dem 1. Roggen als Unkraut mit Weizen untrennbar verknüpft ist, 2. Roggen die spezifischen Variationsreihen des Weizens wiederholt und 3. Roggen nach den Angaben VAVILOVS sich leicht mit dem Weizen in natürlichen Wachstumsverhältnissen kreuzt" (S. 1107). Es handelt sich in der Tat um das Mannigfaltigkeitszentrum VAVILOVS für den *vulgare*-Weizen; es stößt an die äußersten Ausläufer von *dicoccum* in Persien (vgl. S. 118).

Treten wir mit dieser Hypothese neben die heute weitgehend vertretene einer Ableitung aus Emmer-*Aegilops*-Kreuzungen, so steht einmal experimentell noch die synthetisierende Kreuzung *dicoccum* × Roggen zum Vergleich aus.

Ferner aber scheinen die cytologischen Ergebnisse nach obigem der *Aegilops*-Hypothese günstiger zu sein. Wie bereits erwähnt, macht sich zwischen manchen Weizen- und *Aegilops*-Arten eine stärkere Affinität der Chromosomen geltend, die bis zu sieben Bivalenten führen kann. In der F_1 aus *vulgare*-Weizen × Roggen bleiben die 21 + 7 Chromosomen ungepaart bis auf 1—3 Bivalente, die gelegentlich, aber selten beobachtet sind. Die Genome des Weizens und des Roggens zeigen also, soweit bisher untersucht, keine Affinität. Dagegen ist bei Kreuzung von Roggen mit *Aegilops* häufig Konjugation beobachtet worden. KARPETSCHENKO und SOROKINA (1929) fanden 5—7 Bivalente.

1) Im obigen Sinne, durch spontane oder künstliche Rückkreuzung gewonnen.
2) Von mir gesperrt.

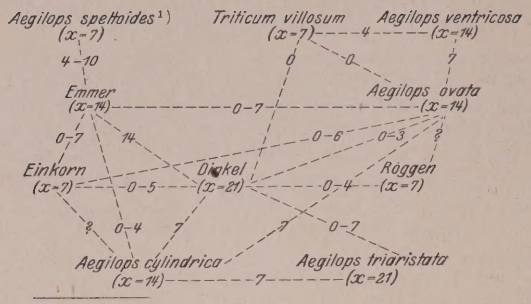


Abb. 31. Schema der Affinitäten in *Triticum* — *Aegilops*-Kreuzungen. Nach Bleier, 1930[1]).

Die Bewertung der Affinitätsverhältnisse für phylogenetische Fragen kommt in ihrer ganzen Unsicherheit durch die Resultate bei den Weizengattungskreuzungen vielleicht am besten zum Ausdruck. Zur Illustration diene ein Schema von Bleier (1930). Abb. 31.

Es muß als verfrüht bezeichnet werden, zwischen den Hypothesen über die Entstehung der *vulgare*-Weizen heute schon zu entscheiden. Nur das eine scheint gesichert, daß Hybridisation dabei eine Rolle gespielt haben muß, daß die Hexaploidie Allo-, nicht Autopolyploidie innerhalb der Gattung *Eu-Triticum* ist. Es wird lohnend sein, alle die von verschiedenen Seiten eingeschlagenen Wege weiter zu verfolgen; überall sind, wie gezeigt wurde, Widersprüche zu lösen, die sich den aufgestellten Hypothesen nicht fügen. Jede vorurteilsfrei angefaßte Untersuchung führt schließlich einen Schritt weiter.

Die Lösung des Problems, in welchem phylogenetischen Zusammenhang die hexaploiden Weizen zu ihren einfacher gebauten tetraploiden und diploiden Brüdern stehen, steht heute noch aus.

Blickt man auf die eingangs wiedergegebene Zusammenfassung zurück, die A. de Candolle dem Kapitel Weizen in seinem „Origine" gegeben hat, so darf dennoch der Phylogenetiker von 1930 mit einer gewissen Befriedigung auf die vergangenen Jahrzehnte zurückschauen; sie haben uns in der Erkenntnis des Werdegangs der einzelnen Weizenarten und ihres gegenseitigen Zusammenhanges doch einen guten Schritt weiter gebracht. Allen voran ist es die Genetik mit ihren vielerlei Methoden gewesen, die hier einiges Licht geschafft hat; doch hat sich stärker denn zuvor in letzter Zeit wieder die Mitarbeit historischer (-archäologischer) Methoden fruchtbar erwiesen.

Es bleibt noch vieles ungeklärt und die rasch anwachsende Literatur zeigt, daß die Frage sich eines allgemeinen Interesses erfreut — das ihr von theoretischer Seite wie von der Seite biologischer Praxis entgegengebracht wird. So ist von dem kommenden Jahrzehnt weitere Aufklärung in den noch strittigen Punkten zu erwarten. Sicherlich birgt auch die Erde noch manches Dokument aus ältester Zeit, besonders auch in dem nach dieser Richtung hin z. T. noch ganz unerforschten vorderasiatischen und nordostafrikanischen (außerägyptischen) Gebiet. Hier werden erst weitere Ausgrabungen, die z. Z. mit Eifer betrieben

1) Allo- und Autosyndese.

werden, abzuwarten sein. Der experimentellen und cytologischen Arbeit in den Laboratorien aber steht das Feld allezeit offen.

g) *Triticum Spelta* L.[1])

In Vavilovs Abhandlungen, experimentellen wie theoretischen, über die Abstammung der Kulturpflanzen hat *Tr. Spelta* keinen Raum — wohl das beste Zeichen dafür, daß die viel umstrittene Frage nach dem Ursprung des Spelzes durch die pflanzengeographische Methode der russischen Schule nicht gelöst worden ist.

Suchen wir die Erklärung hierfür zu finden und zugleich zu sehen, wieweit uns die anderen Methoden zum — oder wenigstens dem Ziele näher führen. Das Neolithikum, das *T. vulgare* (*compactum*), *dicoccum* und *monococcum* kennt, hat uns keine Spelzreste hinterlassen. Die frühesten archäologischen Funde von Spelz stammen vielmehr aus bronzezeitlichen Pfahlbauten der Westschweiz. Während der erste Fund auf der Petersinsel, Bieler See (Heer 1865) nur ein einziges Ährchen umfaßte und deshalb zunächst[2]) angezweifelt wurde, bestätigen die Ausgrabungen in Möringen am Bieler See (wiederum nur wenig Material: ein verkohltes Ährenstück im Museum zu Bern), vor allem aber die jüngsten Ausgrabungen am Alpenquai in Zürich (Neuweiler 1919) die allgemeine Verbreitung des Spelzbaus in der Westschweiz zur Bronzezeit. Nach den sehr reichen Funden gerade von Spelz in Zürich, muß er als das wichtigste Getreide der Bronzezeit in dieser Gegend angesehen werden. Damit sind aber die wirklich gesicherten Pfahlbaureste von *Spelta* erledigt. Weitere bronzezeitliche Vorkommen in Ungarn und Schlesien müssen heute als nicht genügend gesichert ausscheiden (bereits nach Fruwirth und Schulz). Weder in der Südschweiz noch in den Alpen östlich des Lech scheint er jemals existiert zu haben. Ebensowenig sind für das Mediterrangebiet archaische Beweise übermittelt.

Einige hallstattzeitliche Funde weisen in dieselbe Gegend (Forchheim, fränk. Schweiz, Württemberg), wogegen die hallstattzeitlichen Fundstätten Mitteldeutschlands und Österreichs keinen Spelz zum Vorschein brachten (Schulz 1916, 1917).

Nicht nur dem ägyptisch-semitischen Kulturkreis ist der Spelz fremd, sondern auch dem griechisch-römischen Altertum. Alle früher hierfür gedeuteten Angaben in den alten Schriftstellern (unter den Bezeichnungen zea, olyra), auch das Kussemeth und Kussmin der alten Hebräer sind, wie gezeigt, auf andere Spelzweizen, nach Ansicht de Candolles z. T. auf *monococcum*, nach heutiger Ansicht auf *dicoccum* zu deuten.

de Candolle zeigt ferner, daß weder im Indischen und Persischen noch im Chinesischen ein Name für den Spelz vorhanden ist, daß dagegen die europäischen Sprachen solche verschiedener Stämme besitzen: altsächsisch spelt, französisch épeautre, neudeutsch Dinkel, polnisch orkisz, russisch polba, spanisch (romanisch, nicht baskisch) escandia. Darauf gründet de Candolle die Annahme „eines Ursprungs im gemäßigten Osteuropa und einem Asien benachbarten Gebiete".

Über archäologische Funde war ihm nichts bekannt. Schulz kennt die bronzezeitlichen Funde in Mitteleuropa, nimmt aber eine weitere Verbreitung bereits im Neolithikum an. Über die eigentliche Heimat des Spelzes, von dem er, „allerdings von gegenwärtig nicht mehr existierenden Formen oder Formenkreisen", *Tr. vulgare* ableitet, äußerst Schulz keinerlei Vermutung.

---

1) Literatur siehe S. 66.
2) Buschan.

Demgegenüber nimmt Hoops an, daß die Germanen den Spelzbau von den Römern übernommen haben, obgleich er mit Schrader (Hehn, 6. Aufl., S. 538) dem Namen spelta germanischen Ursprung beimißt. Der Name Spelta tritt zuerst im Edikt des Diokletian (301 n. Chr.) auf[1]). Seitdem ist er bei den alten Schriftstellern mit zea und far, der Bezeichnung für *Tr. dicoccum*, fortwährend zusammengeworfen worden (siehe dort). Diese Unsicherheit im Gebrauch des Namens für die Spelzweizen zieht sich durch das ganze Mittelalter, ja, wie bei Gelegenheit der Verbreitung des Einkorns gezeigt wurde, bis in die heutige Zeit.

Abb. 32. *Triticum Spelta* L.
Nach Percival, Fig. 211 u. 212.

Ihr ist auch Hoops zum Opfer gefallen, dessen „Zeugnisse für den Anbau von Spelz bei den Römern" wie alle übrigen, was Buschan als erster bereits 1895 aussprach, auf Emmer gedeutet werden müssen. Es steht heute wohl fest (siehe die Zusammenstellung bei Gradmann, S. 91 ff.), daß den Römern dies Getreide erst etwa um die angegebene Zeit bekannt geworden ist, da Germanien ihnen zu dieser Zeit viel Getreide liefern mußte. Auch war gerade der Getreidebau der Alemannen in Rom als hochstehend eingeschätzt. Wenn Valentinian I. um 370 alemannische Ackerbaukolonnen in die Poebene versetzte, so wäre damit die Unterlage für eine Ausbreitung des Spelzes in spät-römischer Zeit gegeben, sowohl in Italien selbst als auch in anderen Mittelmeerländern, die unter römischem Einfluß standen. Von dort sei er — nach Schulz — mit diesem Einfluß auch wieder verschwunden. Indessen sind diese mittelalterlichen Angaben für das Mediterrangebiet bei der obenerwähnten Vermengung der Namen überhaupt nicht genügend gesichert. Heer war geneigt, allen Kulturen, die ihre Spuren in den Schweizer Pfahlbauten hinterlassen haben, mediterrane Herkunft zuzusprechen und mit ihnen mußte das für die Kulturgewächse gelten. Heute, wo wir die selbständigen Elemente innerhalb der Pfahlbaukultur besser übersehen, fällt dies Argument für den Spelz weg. Andererseits hat der reiche Fund aus der Bronzezeit am Alpenquai in Zürich im Jahre 1919[2]) der Schlußforderung de Candolles auf einen östlichen Ursprung, Asien benachbart, den Boden entzogen.

1) Eine Erwähnung bei Palaemon, die früher in das 1. Jahrh. nach Chr. verlegt wurde, ist nach Christ und Schenkl (zit. bei Gradmann) erst um 400 zu datieren.

2) Er ist merkwürdigerweise Flaksberger entgangen.

Im Zusammenhang mit diesen archäologischen und historischen Ergebnissen ist der heutige, in höchst eigenartiger Weise beschränkte Anbau des Dinkels von Bedeutung (Abb. 33). Er umfaßt einen eng umschriebenen Bezirk in Südwestdeutschland und der anschließenden deutschen Schweiz, der mit dem Wohngebiet des alemannischen (schwäbischen) Stammes zusammenfällt. In einer sehr gründlichen Untersuchung hat GRADMANN (1901, 1909) mittels historischer und linguistischer Methoden, vor allem an Hand der frühmittelalterlichen und mittelalterlichen Urkunden nachzuweisen versucht, daß die Kultur des Dinkels bei den Alemannen nicht als Relikt einer früheren weiteren Verbreitung über Mitteleuropa anzusehen ist, sondern daß bereits vor 1000 Jahren und fortlaufend bis ins 16. Jahrhundert er in dem festumschriebenen damaligen schwäbisch-alemannischen Sprachgebiet (siehe Liste der Urkunden S. 62ff.) — und dort allein — gebaut worden ist. In diesen Grenzen hat er sich auch heute noch gehalten (vgl. hierzu die Kritik bei HOOPS, S. 437).

Nach Osten ist es der Lech, wo an Stelle des Dinkelbrotes das Roggenbrot tritt; nach Westen tritt beim Übergang nach Burgund (CHRIST: „eine nationale,

Abb. 33. Verbreitung von *Triticum Spelta*.

keine klimatische Grenze") der Weizen an die Stelle des Dinkels. In der Schweiz aber reicht der Dinkel — hier Korn genannt, Name für die Hauptbrotfrucht! nur bis an die Eingänge der romanisch-rhätischen Täler (SCHLATTER 1893). Auf Grund dieser Verbreitung war GRADMANN zu dem Ergebnis gekommen, „daß man mit der Möglichkeit rechnen müsse, daß das Volk der Alemannen seine eigentümliche Getreideart bereits aus seinen Ursitzen östlich der Elbe mitgebracht hat".

Wenn man aber GRADMANN auch darin folgen kann, daß vom frühen Mittelalter an die Ausbreitung der Spelzkultur an den Stamm der Alemannen geknüpft ist, wie bis in die neueste Zeit hinein der Spelz ihre Hauptbrotfrucht geblieben ist, so ist es nach den neueren Funden in den Pfahlbauten (NEUWEILER 1919) keine Frage, daß bereits vor Ankunft der Alemannen Spelz das Hauptgetreide der Westschweiz gewesen ist.

Dazu kommt eine weitere Tatsache, auf deren Bedeutung vor allem HOOPS hinweist. Ein zweites Anbaugebiet zieht sich nämlich, durch eine Lücke getrennt, am Rhein hin, in Eifel und Hunsrück nach Belgien und Luxemburg hinein in die Ardennen.[1]) Die größere Verbreitung im Mittelalter in Frankreich scheint

1) Hier auch ein dem Spelz eigenes Unkraut, *Bromus arduennensis*.

Gradmann nicht gesichert. Das dortige Urkundenmaterial ist indessen keineswegs so gründlich durchforscht, wie es Gradmann für den alemannischen Bezirk getan hat. Dies niederrheinische Gebiet führt er, als unabhängig vom alemannischen, auf keltische Kultur zurück. Einen Versuch, das getrennte Nebeneinanderbestehen beider Bezirke zu erklären, hat er indessen nicht gemacht. Abgesehen davon, daß ein keltischer Name für den Spelz fehlt, dürften wohl auch biologisch beide Gebiete zusammengehören. Man wird ein ursprünglich zusammenhängendes, wenn auch noch ziemlich beschränktes Verbreitungsgebiet dieses eigenartigen Getreidetypus längs des Rheines annehmen dürfen mit einem Vordringen in die umgebenden Höhen hinauf. Das zähe Festhalten an der Kultur eines bestimmten Getreides durch einen bestimmten Völkerstamm findet seine Parallele, wie wir sahen, in der Emmerkultur. Auch dort gilt die Beziehung im großen und ganzen, aber nicht absolut. Ferner ist zu beachten, daß gerade auch die Alemannen von den russischen Forschern als Träger der Emmerkultur im gleichen Gebiet in Anspruch genommen werden. Dies zeigt m. E., daß neben dem völkischen Moment in hohem Maße die pflanzengeographischen Bedingungen ausschlaggebend sind, einer Getreideform die Grenzen ihrer Existenz zu bestimmen und zu erhalten (vgl. S. 92ff.).

Eine dritte Enklave ist in Spanien, im asturischen Bergland, erhalten geblieben. Hier ist nach Willkomm *Tr. Spelta* noch 1852 die vorherrschende Getreideart. Auch Flaksberger übernimmt nach Alvargonzalez 1909 die Angaben über den Anbau von *Tr. Spelta* in Asturien. Das spanische Vorkommen wäre nach Gradmann nicht unverständlich, da sich hier auf ihren Wanderzügen im 5. Jahrhundert ein Zweig der Alemannen niedergelassen hat. Eine Schwierigkeit für diese Auffassung besteht nur in dem hier gebräuchlichen Namen escanda, der nach Alvargonzalez (1909) im Jahre 883 zuerst genannt wird, mit dem im Diocletian-Edikt gebrauchten Namen scandula zusammenhängt, also lateinisch, und zwar nicht altlateinisch ist. Nach de Candolle fehlt auch ein baskischer, also der iberischen Halbinsel alteigner Name (s. auch bei *dicoccum*!). Flaksberger nimmt deshalb mit Alvargonzalez an, daß die Kultur in Asturien auf römische Kolonisation zu einer Zeit zurückgeht, in der die Römer mit dem alemannischen Spelz bereits bekannt waren. Da er aber in anderen römischen Kolonisationsgebieten, so vor allem in Südgallien fehlt, besitzt m. E. die Zurückführung auf die wandernden Alemannen für diese Enklave mehr Wahrscheinlichkeit, ohne daß damit allerdings eine Erklärung für die lateinische Bezeichnung gegeben ist.

In diesem Zusammenhange ist auch das weitabliegende vereinzelte Anbaugebiet von *Spelta* in Siebenbürgen und im Banat verständlich. Die Siebenbürger „Sachsen" stammen aus dem Moselland und Luxemburg, von wo sie vom 12. Jahrhundert ab mit fortgesetztem Nachschub das Siebenbürgener Land besiedelten (Teutsch, Geschichte der Siebenbürger Sachsen 1916). Im Banat aber siedelte Maria Theresia 1750 schwäbische Bauern an. Beide Stämme haben ihre Brotfrucht in die neue Heimat mitgenommen.

Weitere Angaben in der Statistik von Engelbrecht (1899 u. 1928) für Europa sind nach neuen Feststellungen (Rundfrage), wie theoretisch zu erwarten, auf Emmer zu beziehen. Dazu gehören vor allem die Angaben über Anbau im Wolgagebiet und Serbien, die — ebenso wie die altrömischen — auf *Tr. dicoccum* zu beziehen sind. Schon Fruwirth hat 1903 auf Grund einer Nachforschung Schindlers festgestellt, daß der Name „polba", den Candolle auch anführt, ebensowohl für Emmer gebraucht wird und daß die fraglichen Angaben in Rußland sich auf Emmeranbau beziehen. Bei den vielfachen sorgfältigen Aufnahmen über den Getreideanbau im heutigen Rußland muß die bereits von Larianow ge-

machte Angabe, daß alles, was in Rußland an Spelz gebaut wird, zu *dicoccum* gehört, als gesichert gelten (bestätigt1914, 1921, 1928, 1930 von Larionow und Flaksberger — trotz der gegenteiligen Behauptung von Maurizio 1927).

In späterer Zeit hat sich der Spelzanbau mit zunehmender Freizügigkeit der Kultur von den alemannischen Zentren weiter verbreitet. Für Frankreich gibt Körnicke (1885) nach der Flora von Grenier und Godron die Dauphiné und die Berge von Châtillonnais, sowie schwarzen Grannenspelz für Norditalien an. Nach Brétignère (zitiert nach Flaksberger 1928) hat der in früheren Jahren stärkere Anbau heute völlig aufgehört. In Thüringen, wo sich auch Einkorn[1]), Emmer und Dinkel verhältnismäßig spät in der neueren Zeit landwirtschaftlich gehalten haben, ist auch Dinkel noch lange in der Gegend von Arnstadt und Ohrdruf gebaut worden. (Schulz hat ihn noch selbst gesehen, nennt die var. *Arduini* [Schulz 1913].) Heute findet er sich nur noch in vereinzelten Gemeinden (s. Statistik v. Engelbrecht bis 1928). In Belgien wird er nur in den Ardennen und in der Gegend zwischen Sambre und Meuse gebaut. Aber auch der Anbau im Hauptgebiet ist in den letzten Jahrzehnten stark zurückgegangen. Trotzdem ist dem Emmer und Einkorn gegenüber, bei denen man mit Recht von aussterbenden Kulturen sprechen kann, mit einem völligen Verschwinden des Spelzes kaum zu rechnen. Nach brieflicher Mitteilung von Wahlen, von der Eidgenössischen landwirtschaftlichen Versuchsstation Oerlikon-Zürich, ist er besonders in den niederschlagsreichen Gebieten auf düngerkräftigem Boden dem Weizen an Standfestigkeit überlegen. Er hat somit aus biologischen Gründen eine größere Zukunft wie jene, und zwar deshalb, weil er als einheimisches Getreide den Zuwanderern *monococcum* und *dicoccum* gegenüber eine natürliche Überlegenheit besitzt.

Und damit kommen wir auf unsere Kernfrage — nach dem Ursprung des Spelzes — wieder zurück. Konnte man noch zu Zeiten August Schulz' (1913) glauben (auch Vavilov 1925 noch), nachdem erst 1906 der wilde Emmer aufgefunden war, daß in den weiten unerforschten Gebieten Vorderasiens auch primitive Spelze von Wildtypus auftauchen würden, so kann heute nach den eigens mit dem Ziel der Forschung nach primitiven Kulturpflanzen ausgesandten Expeditionen von russischer Seite und Reisen von Einzelforschern auch anderer Länder diese Frage für *Tr. Spelta* als erledigt gelten. Das negative Resultat dieser Forschungen legt den alten Funden, die nicht nur auf ein jüngeres Alter des Spelzes hinweisen, sondern auch auf eine westliche Herkunft, erneute Bedeutung bei. Haben doch gerade diese Expeditionen für den gleichfalls als junge und als westliche Kulturpflanze erwiesenen Roggen sein Heimatgebiet und seinen Ursprung im Orient aufs schönste aufgedeckt. Nicht so beim Spelz; ein Mannigfaltigkeitszentrum im Sinne des Roggens, des Einkorns, geschweige denn der *vulgare*- und *durum*-Weizen wurde im Ost-Mediterrangebiet und Vorderasien nicht gefunden. Somit muß heute der mitteleuropäische Ursprung des Spelzes als sichergestellt gelten.

Es erhebt sich nun die Frage, ob sich mit anderen Methoden dem Problem seiner Abstammung näherkommen läßt. Sehen wir deshalb von dem Einfluß der Kultur ganz ab und fragen rein botanisch:

Welche Beziehungen lassen sich zwischen *Tr. Spelta* und den andern Weizenarten aufzeigen?

Morphologische Beziehungen

Schulz hat *T. Spelta* mit *T. vulgare* (einschließlich *compactum*) unter der Bezeichnung „Dinkelweizen" auf Grund folgender Merkmale zu einer Reihe

1) Dort „Patschdinkel" genannt.

vereint: beide sind hohlhalmig; die Ährenachse ist behaart; die Hüllspelzen sind gleichartig nach Bau und Lage: zugespitzt oder geschultert und nur im oberen Teil schwach gekielt, im unteren Teil gewölbt. Die breiten Teile der asymmetrisch gestalteten Spelzen stoßen unter einem Winkel zusammen, während sie in der Emmerreihe in einer Ebene liegen; daher ist die Ähre von der dachziegelartigen Seite gesehen flacher als von der zweizeiligen. KAJANUS nannte auf Grund der Spelzenformunterschiede die beiden Reihen *Tr. acuminatum* und *Tr. obtusatum*. Auch FLAKSBERGER behält in seiner neuesten Systematik des Weizens, die er als „natürliche Klassifikation" bezeichnet, die Zusammenfassung von *Spelta* und *vulgare* in einer Gruppe bei (vgl. seine Diagnose der „*speltoidea*"), die morphologische „Verwandtschaft" ist also sehr in die Augen fallend. Diese Zusammenfassung ist zunächst cytologisch aufs schönste bestätigt. *Tr. Spelta* bildet mit *Tr. vulgare* und *compactum* die hexaploide Gruppe der Weizen. (SAX, SAKAMURA 1918).

Ebenso steht *Tr. Spelta* serologisch *vulgare* näher als den anderen Weizen (ZADE 1914). Wenn 11 das Maß für die Eiweißreaktion von *vulgare* mit *vulgare* ist, so ist sie mit *compactum* 15, mit *Spelta* 16, mit der Emmerreihe 23—24, mit *monococcum* 35 (vgl. S. 76). Endlich verhalten sich die Dinkel bezüglich der Immunität ebenso wie *vulgare*; d. h. sie sind im Vergleich zu den tetraploiden Weizen im allgemeinen anfälliger (VAVILOV 1913), *Tr. Spelta* zeigt mittlere Empfänglichkeit für *Erysiphe*, *Puccinia triticina* und *P. glumarum*, starke Empfänglichkeit für *P. graminis*.

Gegenüber diesen gemeinsamen Merkmalen stehen diejenigen Merkmale, die *vulgare* und *Spelta* als „Nackt"- und „Spelzweizen" trennen und eine Reihe anderer, die von dieser Beziehung unabhängig sind. Ihr Verhältnis zueinander kann nur durch eine genetische Analyse aufgedeckt werden.

Die außerordentlich engen Beziehungen zwischen *Tr. vulgare* und *Spelta* treten besonders in den Kreuzungen *vulgare* × *Spelta* zutage.

Analysen solcher Kreuzungen haben durchgeführt: FRUWIRTH, KAJANUS (1918, 1923), TSCHERMAK (1910), MÖCKEL (1915), LEIGHTY and BOSHNAKIAN (1921), BOSHNAKIAN (1923), MALL (1911), MAYER-GMELIN (1917), NILSSON-LEISSNER (1925), PHILIPTSCHENKO (1928, 1929), MALINOWSKI (1914, 1916, 1918), LATHOUWERS (1920, 1924), siehe auch die Zusammenstellung bei KAJANUS, Bibliographia genetica III, 1927, S. 161.

Besonders wichtig ist, wegen der archäologischen Funde, die Kreuzung *compactum* × *Spelta*, die auch typische *vulgare* gibt (KAJANUS (1923a u. b).

Übereinstimmend werden die den „Spelztypus" charakterisierenden Merkmale (fester Spelzenschluß, charakteristische Artikulation, Lockerkeit der Ähren) als stark gekoppelt, bzw. als ein „Komplex" angesehen, der sich monohybrid nach 1 : 2 : 1 vererbt (S—s nach KAJANUS, NILSSON-LEISSNER, PHILIPTSCHENKO u. a.) Die Unterscheidung homo- und heterozygoter Dominanttypen ist in hohem Maße von der Form, besonders der Ährendichte des *vulgare*-Elters abhängig. Nicht immer liegen indessen die Verhältnisse so einfach; LEIGHTY und BOSHNAKIAN arbeiten mit 2 Faktoren; auch sind sie, ebenso LATHOUWERS und NILSSON-LEISSNER genötigt, weitere modifizierende Gene anzunehmen.

Es ist ferner wichtig, daß der Wirkung von S entsprechend von allen Forschern das entgegengesetzt wirkende Gen C von *compactum* festgestellt wurde, das mit S in freie Kombination treten kann und den *vulgare*-Typ nach der einen Richtung verändert wie S nach der anderen.

Seit NILSSON-EHLES klassischen „Kreuzungsuntersuchungen" (1911) bis zu den schönen Analysen PHILIPTSCHENKOS über quantitative Merkmale beim Weizen zeigen alle diese Arbeiten die sehr enge genetische Zusammengehörigkeit

der drei „Dinkelweizen" *Spelta—vulgare—compactum*. Alle Deutungen arbeiten auf rein mendelistischer Grundlage — d. h. die Unterschiede können auf Allele zurückgeführt werden, die in *Spelta* teils dominant, teils rezessiv vertreten sind.

Abb. 34. Hüllspelzenformen von *Triticum vulgare*. Nach Percival 1921 Fig. 166.

Der „Komplex", das typusbestimmende Gen S verbindet sich weiterhin frei mit den anderen untersuchten Genen (Behaarung, Begrannung, Spelzenfarbe usw.). Der Faktor für Spelzenform, die charakteristische Abstutzung konnte aus dem Komplex abgespalten werden; auch ist zu beachten, daß es auch *vulgare*-Sippen mit deutlicher Abstutzung gibt (vgl. Abb. 34 Hüllspelzen von *vulgare*, besonders oben rechts, mit *Spelta*, Abb. 35).

Weitere Koppelungen zeigen, daß auch sonst der Austausch der Allele zwischen *Spelta* und *vulgare* in gesetzmäßiger Weise vor sich geht. Es sind gekoppelt nach Möckel (1920):

Begrannung und Spelzenschluß nach 2 : 1,
Begrannung und deutliche Nervatur nach 2 : 1,
Spelzenschluß und deutliche Nervatur nach 4 : 1.

Die Zahlen sind noch unbefriedigend, die Koppelung scheint gesichert; insbesondere ist die Koppelung von Begrannung mit dem „Spelzkomplex" wiederholt festgestellt; wir müssen auf sie noch einmal zurückkommen. Diese Tatsachen beweisen die Homologie der (oder wenigstens vieler) *Spelta*- und *vulgare*-Chromosomen. Sie wurden deshalb zunächst in der 1. Periode des Mendelismus als eine Bestätigung der Entstehung von *vulgare* aus *Spelta* — etwa auf dem Wege fortgesetzter Mutationen und Auslese, ausgehend vom Verlust des Faktors S — angesehen. So sah Schulz im Spelz als einer bespelzten Form mit ± brüchiger Spindel eine primitive Zwischenform auf dem Wege vom Wildgras zum Kulturgetreide; somit sollte die Stellung, die er *Tr. Spelta* in seinem Stammbaum gab, auch der Ausdruck für die phylogenetische Ableitung von *vulgare* aus *Spelta* sein.

Abb. 35. Hüllspelzenformen von *Tr. Spelta*. Nach Percival 1921 Fig. 208.

Die Ergebnisse der pflanzengeographischen und historischen Forschung bieten, wie gezeigt, für diese Ableitung keinerlei Anhaltspunkte. Allgemein wird deshalb heute die Beziehung in umgekehrter Richtung gesucht, nämlich den — sicherlich jüngeren — Spelz aus *Triticum vulgare* abzuleiten. Nun könnte, nach unseren Erfahrungen über Mutationen das obige Resultat der genetischen Analyse auch für die Ableitung von *Spelta* aus *vulgare* herangezogen werden; es würde sich dann um die Entstehung eines neuen Dominanttypus aus *vulgare* handeln. Diese sehr einfache Lösung, die einer Entstehung von *compactum*-Weizen aus *vulgare* entsprechen würde, ist indessen meines Wissens nirgends vertreten. Vielmehr steht der Gedanke eines hybriden Ursprungs von *Tr. Spelta* in den Weizenforschungen der letzten Jahre durchaus und beherrschend im Vordergrund.

Die Bausteine konnten dabei ohne und mit Einbeziehung von *Tr. vulgare* zusammengetragen werden, doch mußte die Hexaploidie von *Spelta* ihre Erklärung finden.

Vier Hypothesen sind hierfür im Laufe der Zeit aufgestellt worden:

1. Kreuzung von *vulgare* mit Weizen der Emmerreihe,
2. Kreuzung von Weizen der Emmerreihe untereinander,
3. Kreuzung eines Emmerweizens mit *Aegilops*.
4. Dazu tritt als vierte Hypothese in letzter Zeit eine cytologische Erklärung, die einerseits in Verbindung mit Kreuzung arbeitet, andererseits aber der Mutationshypothese wieder näher steht: Entstehung nach Art der Speltoidmutanten.

Auf welche Tatsachen stützen sich diese Hypothesen?

Drei Versuchs- bzw. Beobachtungsreihen haben sich dabei als wesentlich und fruchtbar erwiesen:

a) Die experimentellen Ergebnisse von Art- und Gattungskreuzungen zwischen *Eu-Triticum*- und *Aegilops*-Arten.
b) Die cytologische Analyse derselben.
c) Die Analyse der sog. „Speltoidmutationen".

ad a) Obgleich zeitlich nicht die erste, soll hier der Versuch, *Tr. Spelta* aus Kreuzung mit *Aegilops* abzuleiten, vorweg genommen werden.

Tr. Spelta besitzt, allein in der Gruppe *Eu-Triticum* die Art der Artikulation, bei der die Spindel am oberen Ende des Spindelgliedes, also direkt unter dem Ährchenansatz, abbricht; das Teilährenstück besteht also aus einem Ährchen und dem Spindelstück des nächsthöheren Ährchens (siehe Abb. 36). Die Art der Artikulation ist unter den Wiesengräsern sehr verbreitet (*Festuca*, *Lolium*); sie findet sich in der Gattung *Aegilops* bei den Arten: *cylindrica*, *crassa*, *squarrosa* und *ventricosa*.[1]) Das Auftreten in beiden Gattungen neben der *dicoccum*-Artikulation (das Ährchen löst sich mit seinem eigenen Spindelstück), die auch für Wildgerste, für *Tr. monococcum* und die meisten Arten der Sectio *Platystachys* von *Aegilops* charakteristisch ist, kann sehr wohl auch ohne direkte phylogenetische Beziehung bestehen, ist also nicht als beweiskräftig zu werten. Daß die *Spelta* Artikulation, auch wenn die übrigen großkörnigen Arten anders artikulieren, im Variationsbereich von *Triticum* liegt, dürfte nach dem, was Vavilov über die homologen Serien an Tatsachenmaterial gebracht hat, keinerlei Bedenken begegnen. Ebenso wie in der Gattung *Aegilops*, so können auch — unabhängig, aber parallel — in der Gattung *Triticum* verschiedene und zwar jeweils die gleichen modi vorkommen. *Triticum repens* artikuliert wie *Spelta*; *Tr. villosum* wie

1) Auch *Ae. triaristata*, bei dem die Ähre als ganzes abfällt, artikuliert bei häufig eintretendem weiteren Zerfall der Ähre wie *Spelta*.

dicoccum. In diesem Zusammenhang ist eine Beobachtung von Watkins (1928) von Bedeutung an der amerikanischen *vulgare*-Sorte Marquillo, die eine leicht gekielte Hüllspelze hat: „sie ist für die Verhältnisse in Cambridge nicht gut geeignet, wo sie stark unter *Puccinia glumarum* leidet und die Spindel hat eine deutliche Tendenz zu brechen in der Art wie Spelta, eine Tendenz, die sie in Amerika (Aamodt 1927) nicht zeigt". Hier tritt also in einem Stamme, der mit Spelz nichts zu tun hat, unter geeigneten Bedingungen die *Spelta*-Artikulation auf — ein Beweis, daß dieser Modus der Artikulation im Artbilde des *Tr. vulgare* — im weiteren Sinne also der 42-chromosomigen Weizen vorhanden ist. Andererseits wäre es natürlich sehr wohl möglich, das Vorkommen der *Spelta*-Artikulation in der Gattung *Triticum* durch Einführung eines *Aegilops*-Genomes zu erklären, ebenso wie dies für manche Merkmale von *Tr. vulgare* versucht wurde. Percival, der diese Ableitung von *Tr. Spelta* zuerst vertreten hat, denkt an Kreuzung mit *Aegilops cylindrica*. Aus alledem ergibt sich, daß aus der Artikulation der phylogenetische Zusammenhang mit *Aegilops* nicht unbedingt zu folgern ist.

a b

Abb. 36. Artikulation
a von *Spelta*
b von *dicoccum*

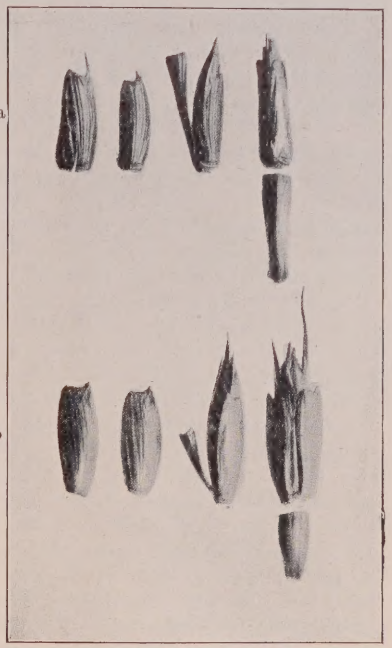
ad b) Neben der spezifischen Artikulation ist aber auch die Hexaploidie zu erklären. Beide Fragen greifen, wie aus der Natur des Materials zu erwarten, ineinander. Es bieten sich folgende Lösungen:

I. *vulgare* n = 21 × *Aegilops* n = 21 mit *Spelta*-Artikulation

Hier ist die von Popova (1923) in Turkestan gefundene spontane Massenkreuzung von *Ae. crassa* und *Tr. vulgare* zu nennen. Leider ist diese Kreuzung cytologisch nicht untersucht, wie denn überhaupt bisher die Kombination mit 21 chromosomigen *Aegilops* (*crassa* und *triaristata* bisher die einzig bekannten), soviel ich sehe, noch nicht hergestellt ist. Die Spontanbastard-Population war aber steril. Nach Analogie wird man Störungen im Reduktionsteilungsvorgang anzunehmen haben, wahrscheinlich als Folge ausbleibender Paarung.[1])

II. *vulgare* n = 21 × *Aegilops* n = 14 mit *Spelta*-Artikulation

Hierher gehören die Kreuzungen *vulgare* × *Ae. ventricosa* und vor allem *cylindrica*, die von Percival als Ausgangskreuzung für die Entstehung von *Spelta* angenommen wurde (1921, S. 346; Sax u. Sax 1924, Kagawa 1928).



a

b

Abb. 37. Artikulation von *Aegilops cylindrica* (a) und *Triticum Spelta* (b). Nach Percival 1921 Fig. 214.

1) Inzwischen bei Percival bestätigt — siehe Tab. 21, S. 134 (Anm. bei der Korrektur).

III. Emmer n = 14 × *Aegilops* n = 14

Diese Kreuzungen spielen hier dieselbe Rolle wie in den Theorien zur Ableitung von *Tr. vulgare*; wir können deshalb hier auf diese verweisen (siehe S. 128ff.).

Bei der Kreuzung Emmer × *Aegilops* wird die Erhöhung der Chromosomenzahl von 14 auf 21 durch Zuführung eines 14chromosomigen *Aegilops* nur unter Zuhilfenahme weiterer Hypothesen möglich — der Modus der einfachen Summierung, der mit Tschermak-Bleiers *Aegilotricum* zu haploid 28 führt, kommt hier ja nicht in Frage. So bleibt noch, unter den 7-chromosomigen *Aegilops* den fraglichen Elter zu suchen; von diesen hat keiner die gerade bei *Aegilops* so häufige *Spelta*-Artikulation. Aus alledem erhellt, daß die Ableitung des Spelzes aus Kreuzung von Emmer × *Aegilops* außerordentlich viel Hilfshypothesen erfordert.

Schwerwiegender aber sind pflanzengeographische Bedenken, die gegen eine Ableitung aus *Aegilops*-Kreuzungen überhaupt zu erheben sind. Auf Grund der Untersuchungen von Eig und Zhukovsky trifft die Verbreitung von *Ae. cylindrica* wohl mit der der Emmerweizen zusammen (mediterran von Kleinasien bis Spanien), so daß für die angenommene Kreuzung dort die Möglichkeit gegeben war. Die oben geschilderte südliche Begrenzung des Spelzgebietes, das durchaus nördlich der Alpen liegt, schließt aber einen Ursprung aus *Aegilops*-Kreuzung als äußerst unwahrscheinlich aus. Das gilt in noch erhöhtem Maße für die Areale der anderen *Aegilops*-Arten. Will man deshalb einen Teil der *Spelta*-Merkmale als von *Aegilops* herrührend ansehen, so kann dies nur auf dem Umweg über *Tr. vulgare* geschehen — nach der, auch hierfür zuerst von Percival aufgestellten Entstehungstheorie aus *Aegilops*-Weizenkreuzungen.

Man kommt aber auch ohne diese Hypothese aus. Es kann nämlich gezeigt werden, daß, die Existenz der Emmerweizen und der *vulgare*-Weizen vorausgesetzt, freie Kreuzung unter diesen zum *Spelta*-Typus führen kann — wir möchten sagen: muß.

Lassen wir Kombinationen, die für die Entstehung des Spelz aus geographischen und historischen Gründen nicht in Betracht kommen, außer acht, wie die mit *turgidum*, *durum*, *dicoccoides*, und beschränken uns auf die Kreuzung *Tr. dicoccum* × *Tr. vulgare*, für welche im Ursprungsgebiet des Spelzes räumlich und zeitlich die Bedingungen gegeben waren; sind doch diese beiden Weizen, wie gezeigt, seit den ältesten Zeiten gerade im vorgeschriebenen Bezirk nebeneinander kultiviert worden.

Es kann hier nicht der Ort sein, die ganze ungeheure Literatur von Dinkel × Emmerkreuzungen — zum Vergleich und Verständnis müssen hier natürlich auch die Kreuzungen mit *Spelta* selbst hereinbezogen werden — vom phylogenetischen Gesichtspunkt durchzusprechen. Ich verweise hierfür auf die ausführlichen Darstellungen bei Kajanus (1927) und Bleier (1928).

Schon 1886 stellte wie bereits gesagt Vilmorin den Satz auf, daß Kreuzung von zwei Arten der Gattung *Triticum* — wobei an die sechs Arten: *dicoccum*, *durum*, *turgidum*, *Spelta*, *vulgare*, *compactum* gedacht wurde — die vier andern ergibt. Spätere Beobachter haben dies bestätigt, doch scheint eine Einschränkung notwendig, wie sich ergeben wird. Die ersten Bearbeitungen der Reihenkreuzungen in der Mendelistischen Periode, besonders durch Biffen, Kajanus, Malinowski, mußten bei dem Versuch faktorieller Deutung scheitern, weil man die verschiedene Chromosomenzahl damals nicht kannte. Diese Entdeckung (Sax, Sakamura) forderte nun zunächst ein gründliches Studium der gestörten Reduktionsteilungsvorgänge und erst auf Grund der so gewonnenen Erkenntnisse konnte man erneut zu einer theoretischen Deutung der Spaltungs- und Neukombinationserscheinungen schreiten, die naturgemäß auch die früheren Beobachtungen mit erklären mußte (Kihara, Sax, Watkins).

Daran schließt sich dann unmittelbar die zweite analytisch-genetische Periode, in der wir heute stehen. Hier sind nun die Arbeiten von WATKINS für die Frage der Phylogenie des Spelzes von grundlegender Bedeutung, wenn auch der Verfasser selbst noch keine Schlüsse nach dieser Richtung gezogen hat.

Folgende Resultate lassen sich aus dem genannten Komplex von Arbeiten ableiten:

1. Alle Beobachter geben „*Spelta*"-Typen als Spaltprodukte dieser Kreuzung an.
2. Diese haben nicht nur den festen Spelzenschluß und die harte Konsistenz des Emmers, sondern es treten als neue Merkmale die abgestutzte Hüllspelze und die extreme Lockerkeit der Ähre von Spelta auf (MALINOWSKI 1918; KAJANUS 1923, Kreuzung 20).
3. Abgespaltene *Spelta*-Typen zeigen mit *vulgare* die von *Spelta* × *vulgare* bekannte Aufspaltung im 1 *Spelta* : 2 Heterozygoten : 1 *vulgare* (103 : 236 : 132; KAJANUS Kreuzung 21).
4. Nach KIHARA wird man die „*Spelta*"-ähnlichen Formen unter den 42chromosomigen Spaltprodukten zu suchen haben; dadurch wird die einfache Spaltung sub 3 verständlich.
5. Für die Beziehung zwischen *Spelta* und *vulgare* findet WATKINS aus den *dicoccum* × *vulgare*-Kreuzungen folgende Formulierung:

$$\begin{array}{llll} \textit{dicoccum}\ \text{Ks Ks} & \left.\begin{array}{l}\textit{turgidum}\\ \textit{durum}\end{array}\right\}\ \text{K K} & \textit{persicum}\ \text{k k} & 28\ \text{Chr.} \\ \hline \textit{Spelta}\ \text{Ks Ks K'K'} & \textit{Speltoid}^{1})\ \text{K K K'K'} & \textit{vulgare}\ \text{k k K'K'} & 42\ \text{Chr.} \end{array}$$

WATKINS glaubt die „Spelz"eigenschaften durch eine Reihe multipler Allele bedingt, die er mit Ks—K—k bezeichnet und die in den Extrachromosomen der Hexaploiden durch das Allel K′ vertreten sind. (Begründet durch die Wirkung der Extrachromsomen in den pentaploiden F_1-Bastarden). Dies ermöglicht das Herausspalten des Ks-Komplexes aus der Kreuzung *dicoccum* × *vulgare*, welcher zusammen mit K′ den *Spelta*-Typus bedingt.

$$\begin{array}{ll} \textit{vulgare} & = \text{k k K'K'}\ 42 \\ \textit{dicoccum} & = \text{Ks Ks}\ \ 28 \end{array} \qquad \textit{Spelta} = \text{Ks Ks K'K'}\ 42.$$

Es muß aber hervorgehoben werden, daß hiermit das Auftreten der *Spelta*-Artikulation in keiner Weise erklärt, sondern daß es — als Tatsache — als Neuerscheinung in der hexaploiden Gruppe hingenommen wird, in Verbindung gebracht mit dem aus morphologischen Gründen erschlossenen Faktor K′ in den Extrachromosomen der hexaploiden Gruppe. Phänotypische Neuerscheinung als Kombinationstypus ist indessen nichts Ungewohntes.

ad c) Weiteres Licht auf die Wirkung der Extrachromosomen ist vielleicht die dritte Versuchsreihe zu werfen berufen: die Speltoidmutationen. Darum kann man bei der Ableitung der phylogenetischen Zusammenhänge zwischen *Tr. Spelta* und *vulgare* an der Erscheinung der Speltoiden nicht vorübergehen.

Die Tatsachen sind kurz folgende:

In reinen Linien von *vulgare*-Weizen (und in Kreuzungen von solchen) treten in relativer Seltenheit (nach NILSSON-EHLE 1 : 1000) Individuen auf, die sich durch festen Spelzenschluß, *Spelta*-ähnliche Form und harte Konsistenz der Spelzen, sowie lockere Ähre von der Mutter unterscheiden und sich *Spelta* nähern. NILSSON-EHLE, der sie zuerst beschrieben und untersucht hat, hat sie als „Speltoide" bezeichnet. Bei Selbstung erwiesen sie sich als heterozygot, indem sie in Normaltyp, Speltoidheterozygoten und seltene fast *Spelta*-gleiche begrannte Individuen, welche den Speltoidhomozygoten darstellen, aufspalten.

1) Besser: Extrahierter Spelz (siehe unten).

Seit Nilsson-Ehle (1917, 1920, 1921, 1927) haben sich Vestergaard (1920), Åkerman (1923, 1927), Lindhard (1922, 1923, 1927), Kajanus (1923), Winge (1924), Huskins (1927, 1928), Philiptschenko (1929), Müntzing (1930), Håkansson (1930) mit ihrer Analyse beschäftigt, wobei in letzter Zeit die cytologischen Arbeiten besonderes Interesse beanspruchen dürfen. Dem unbefangenen Auge scheinen die Speltoiden *Tr. Spelta* zu gleichen. Sie unterscheiden sich von ihm (siehe Gegenüberstellung bei Nilsson-Leissner 1925) morphologisch durch weniger harte Spelzen, weniger festen Spelzenschluß, geringere Brüchigkeit der Spindel, die bisweilen zäh ist wie bei dem *vulgare*-Elter, so daß man von „verschleiertem Spelz" gesprochen hat. Ebenso ist das physiologische Verhalten abweichend: Die Fertilität der Speltoiden ist geringer, sie sind vital gegenüber dem Elter geschwächt. Der Heterozygot *vulgare* × *Speltoid* ist bezüglich der Form der Hüllspelzen und des Spelzenschlusses mehr *vulgare*-ähnlich[1]), der Heterozygot *vulgare* × *Spelta* dagegen mehr *Spelta*-ähnlich. Auch sind die Spaltungsverhältnisse verschieden. Trotzdem ist die Ähnlichkeit so groß, daß der Name *Speltoid* nicht nur ein Name, sondern in den Augen seiner Bearbeiter ein Ausdruck für die engen Beziehungen beider sein sollte. Die Spaltungsverhältnisse erwiesen sich nach Nilsson-Ehle in verschiedenen Fällen als verschiedenartig, lassen sich aber in drei Typen zusammenfassen; bestätigt durch die späteren Beobachter, vor allem Huskins 1928:

A-Typus spaltet im Verhältnis 1 : 2 : 1, wobei die Zahl der Heterozygoten zu klein sein, die der Speltoidhomozygoten bis auf 0 zurückgehen kann; sie sind aber ziemlich kräftig.

B-Typus. Die Zahl der Heterozygoten ist drei- bis fünfmal so groß als die der Normalen; die Speltoidhomozygoten treten wieder stark zurück und sind schwach; daneben treten *compactum*-ähnliche, sog. *subcompactum*-Typen in geringer Zahl auf.

C-Typus. Die Zahl der Normalen ist ein- bis zweimal so groß als die der Heterozygoten; die Speltoidhomozygoten treten nur vereinzelt auf; es sind teils kräftige, meist aber zwergige Pflanzen.

Die erste Hypothese von Nilsson-Ehle erklärte das Auftreten der Speltoiden als Mutation, und zwar als Komplexmutation, wobei nach seiner Vorstellung die Faktoren auf einer ganzen Strecke eines Chromosoms gleichzeitig mutieren — mit anderen Worten, die Speltoiden sind entstanden zu denken durch Abänderung eines Genkomplexes aus *vulgare*; das hieße aber, daß zwischen *vulgare* und *Speltoid* — und *Spelta*? — allernächste phylogenetische Beziehungen bestanden. Zur Erklärung der Sterilität und der Unregelmäßigkeiten in der Aufspaltung mußten Hilfshypothesen herangezogen werden, wie Reduplikation bzw. Elimination von Gameten und Zygoten und partielle Heterogamie, Hypothesen, die Nilsson-Ehle selbst heute z. T. fallen gelassen hat.

Einen aussichtsreicheren Weg gingen Winges Deutungen auf Grund seiner cytologischen Untersuchungen und Lindhardscher Gedankengänge. Diese sind neuerdings von Huskins aufgenommen und konsequent durchgeführt worden und haben zu folgendem Resultat geführt (Huskins 1928): Der Typus A zeigt normale Chromosomenzahl und fast ungestörte Reduktionsteilung; bei den Heterozygoten wurde, selten, die Konjugation von 19 Bivalenten (19 II), 1 Trivalenten (1 III) und 1 Univalenten (1 I), beim Speltoidhomozygoten 19 II + 1 IV gefunden. Auf Grund dieses Typus allein wäre gegen eine Erklärung der Erscheinung als Genmutation nichts einzuwenden. Bei Typus B aber haben die Speltoidheterozygoten 41 Chromosomen, die Speltoidhomozygoten 40, sofern

1) Watkins (1928), S. 18, sagt: näher zu *speltoid*!

sie Zwerge sind; ein kräftiges Homozygotindividuen hatte indessen 41 Chromosomen $20_{II} + 1_I$. Im Typus C wurden bei den Heterozygoten 43, bei den Speltoidhomozygoten 44 Chromosomen gefunden.

Die „Mutation" ist also nicht in der Veränderung des Gens zu suchen, sondern sie betrifft den Ausfall bzw. die Verdoppelung ganzer Chromosomen — ist mithin als Chromosomenaberration zu bezeichnen. Nach Analogie wird man einen entsprechenden Vorgang auch bei Typus A voraussetzen dürfen, auch wenn er nicht in der veränderten Chromosomenzahl zum Ausdruck kommt. Im Zusammenhang mit den Vorstellungen über die Zusammensetzung des Chromosomensatzes der hexaploiden Weizen (siehe S. 137) wird mit Winge (1924) folgender Vorgang angenommen:

$$\text{Aus dem Doppelsatz } \frac{A_{1\,2\,3\,\ldots\,7} \quad B_{1\,2\,3\,\ldots\,7} \quad C_{1\,2\,3\,\ldots\,7}}{A_{1\,2\,3\,\ldots\,7} \quad B_{1\,2\,3\,\ldots\,7} \quad C_{1\,2\,3\,\ldots\,7}}$$

wofür Winge abgekürzt $\frac{ABC}{ABC}$ setzt, findet durch Fehlkonjugation ein Austausch zweier Chromosomen statt derart, daß eine Kombination ABB statt ABC resultiert, die mit einem normalen Gameten den Speltoidheterozygoten $\frac{ABC}{ABB}$ ergibt, woraus durch einfache Aufspaltung der Homozygot $\frac{ABB}{ABB}$ hervorgeht. Die normale Chromosomenzahl wird dadurch nicht verändert; = Typus A. Der Typus B mit 41 Chromosomen kommt zustande, wenn durch Verlust eines C-Chromosoms der Heterozygot die Formel $\frac{ABC}{ABo}$ erhält, woraus der 40 chromosomige zwergige Homozygot $\frac{ABo}{ABo}$ hervorgehen kann. Der Typus C, mit 43 Chromosomen entsteht, wenn ein Chromosom B verdoppelt wird, als Heterozygot $\frac{ABCB}{ABC}$, welcher homozygote Zwerge mit 44 Chromosomen $\frac{ABCB}{ABCB}$ abspaltet. Der *subcompactum*-Typ wird als $\frac{AoC}{AoC}$ gedeutet.

Die Theorie nimmt nun an, daß der Spelzcharakter zustande kommt durch ein Plus von B gegenüber C, indem nach Annahme im B-Chromosom die Faktoren liegen, welche den *Spelta*-Charakter bedingen, im C-Chromosom diejenigen, welche den *compactum*-Charakter bedingen. Sind beide in gleicher Quantität vorhanden, so resultiert der *vulgare*-Typ.

Eine ausführliche Diskussion darüber, wieweit die Theorie in allen Einzelheiten zutrifft, findet sich bei Watkins (1930); in den Hauptzügen darf sie heute als genügend begründet gelten, wenn auch im einzelnen manche Widersprüche noch zu lösen sind. So fand Philiptschenko einen Speltoiden vom Typus C[1]), dessen Heterozygot 41, dessen Homozygot 40 Chromosomen hat.

Die Wirkung der Quantität, die durch nachfolgende Tabelle dargestellt ist, ist auch nicht stets der Theorie entsprechend. Fall 6 sollte phänotypisch wie Fall 2 sein.

	Typ A	B	C	
heter.	1. $\frac{ABB}{ABC}$	2. $\frac{ABo}{ABC}$	3. $\frac{ABCB}{ABC}$	Formel nach Huskins
B : C	3 : 1	2 : 1	3 : 2	
hom.	4. $\frac{ABB}{ABB}$	5. $\frac{ABo}{ABo}$	6. $\frac{ABCB}{ABCB}$	
B : C	4 : 0	2 : 0	4 : 2	

1) Das Verhältnis 68 normal : 100 Heter : 6 Hom. dürfte eher zu A gehören.

Nach dieser Theorie tritt also der Phänotypus des *Tr. Spelta* zutage infolge einer Umgruppierung der im normalen *vulgare*-Weizen enthaltenen chromosomalen — und damit Gen-Elemente. Nach ihrer Ursache ist hier nicht zu fragen. Huskins führt sie auf den polyploiden Charakter, letzten Endes auf hybriden Ursprung zurück. Es liegt nahe, das Hervorgehen von *Spelta* aus *vulgare* in gleicher Weise durch eine Umgruppierung der in *vulgare* enthaltenen Gene zurückzuführen, also auf eine Mutation dieser besonderen Art, die Aberration. Dabei ist es wesentlich, daß „Artunterschiede" sich vielfach als Komplexe vererben — so: der „Spelz"-Komplex, der „*polonicum*"-Komplex, der „*fatuoid*"-Komplex. Andererseits ist es mehrfach gelungen, Teile dieses Komplexes abzuspalten und damit eben seine komplexe Natur nachzuweisen, so vor allem den Grannenhemmungsfaktor U, der im C-Chromosom lokalisiert ist.

$$C = \overset{\text{beardless}}{\text{—}\times\text{———}}\overset{\text{normal}}{\text{———}\times\text{—}} \qquad B = \overset{\text{bearded}}{\text{—}\times\text{———}}\overset{\text{spelt}}{\text{———}\times\text{—}}$$

Watkins (1930), S. 242. Auf dem Boden der Morgan'schen Theorie stehend, müssen solche Faktoren als im gleichen Chromosom lokalisiert angesehen werden. Der „Sprung" von einem Arttypus zum anderen findet also in einem Austausch ganzer Chromosomen eine Erklärung. In diesem Sinne hat die Deutung der genetischen Analysen der Speltoidmutanten auf Grund der cytologischen Resultate einen neuen Weg zum Verständnis dafür geöffnet, wie Arten sich voneinander ableiten können — in unserem Falle für die Beziehung, die zwischen *vulgare* und *Spelta* bestehen kann.

Die gegen eine solche Lösung der Abstammungsfrage aufsteigenden Bedenken dürften nicht zu schwerwiegend sein. Das erste ist die Tatsache, daß *Tr. Spelta* und die Speltoiden bei aller Ähnlichkeit doch, wie oben gezeigt, grundlegende Unterschiede aufweisen, besonders im genetischen Verhalten. Der A-Typus mit seiner normal-hexaploiden Chromosomenzahl und den kräftigen Speltoiden bildet aber eine gute Brücke.

Als erster hat Kajanus versucht, *Spelta* und Speltoiden unter einheitlichem Gesichtspunkt aus ihrem genetischen Verhalten *Tr. vulgare* gegenüber zu verstehen. Er hat für die Erscheinung, daß ein bestimmter Phänotypus genetisch sehr verschieden bedingt sein kann, in diesem speziellen Fall einmal rezessiv, einmal dominant, den Ausdruck Pseudo-Isotypie geprägt. Die Reihe *Spelta—vulgare—speltoid* formuliert er SV—sV—sv. Die hierdurch zum Ausdruck gebrachte Dominanz von *Spelta* über *vulgare* ist aber ebensowenig absolut, wie die von *vulgare* über *Speltoid*. In beiden Fällen ist der Heterozygot ausgesprochen intermediär.

Demnächst hat Nilsson-Leissner die Beziehungen zwischen Speltoid-Mutanten und Spelta untersucht im Anschluß an Kreuzungen *vulgare* × *Spelta*. Obgleich auch er von „Dominanz von *Spelta* über *vulgare*" spricht und das Verhältnis in F_2 auf 3 : 1 berechnet, kommt er doch zu dem Schluß: „Wenn alle modifizierenden Faktoren entfernt sind, scheint der Faktor für die Spelzmerkmale rezessiv zu sein, weshalb ich ihn mit s bezeichne." Er nimmt also einen rezessiven Faktor für Spelzmerkmale s an, der aber mit modifizierenden Ähreninternodienlängefaktoren[1]) absolut gekoppelt ist.

Um eine Erklärung für die Pseudo-Isotypie zu geben und zugleich den cytologischen Deutungen der Speltoid-Mutanten gerecht zu werden, findet er folgende Formulierung (Abb. 38):

1) In der Arbeit Hereditas VII steht leider wiederholt Ährenlänge statt Ähreninternodienlänge.

Das C-Chromosom enthält danach
s den Spelzfaktor, der ährenverlängernd wirkt,
U den Grannenhemmungsfaktor,
das B-Chromosom enthält
L_1 L_2 ährenverlängernde, spelzbetonende Faktoren, die nur wirksam sind bei s.

Für die theoretische Ausdeutung derselben im Zusammenhang mit dem Speltoidproblem und mit phylogenetischem Ziel sind vor allem die Arbeiten von Watkins zu nennen. Seine experimentellen Arbeiten gehen von einer Kreuzung *turgidum* × *vulgare* aus. Soviel ich sehe, ist er der erste, der die *Spelta*-ähnlichen Kombinanten der Reihenkreuzung als „Speltoide" bezeichnet. Daß er sie auch begrifflich mit diesen zusammenschlägt, geht aus der Definition für „Speltoid" (1928, S. 3) hervor, die trotz seines Ausgangsmateriales sich auf die *vulgare*-Mutanten stützt; vor allem aber aus den theoretischen Erörterungen der zitierten Arbeit. Kreuzungsspeltoiden und Speltoidmutanten werden zusammen behandelt, als genetisch gleichartig betrachtet und so auch formuliert: K_1 allel zu Ks und k. Der Versuch, die Formulierung mit den cytologischen Deutungen Winges in Einklang zu bringen, kann kaum als gelungen gelten (1928, S. 19), was meines

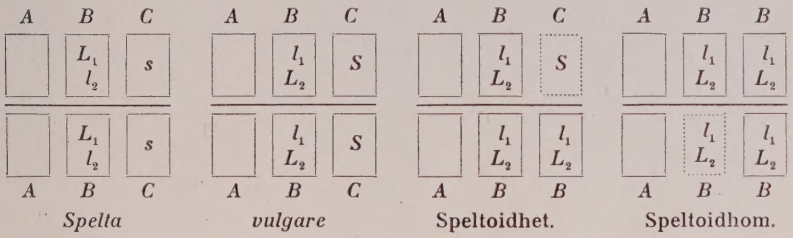


Abb. 38. Die Beziehungen zwischen *Spelta*, *vulgare* und Speltoiden. Nach Nilsson-Leissner 1925.

Erachtens in dem Übergehen dieser Pseudo-Isotypie seinen Grund hat. Es wäre deshalb zweckmäßiger, den Namen Speltoid für die Mutanten, für die er geprägt ist, zu reservieren und die *Spelta*-ähnlichen Kombinanten anders zu bezeichnen. In seiner letzten Arbeit 1930 hat Watkins die Unterscheidung selbst schärfer durchgeführt; der Faktor K wird für die „Speltoide" aus Artkreuzungen gebraucht; in der ausführlichen Diskussion der Speltoidmutanten (S. 240—250) kommt er nicht mehr vor; der Verfasser schließt diesen Abschnitt mit den Worten: The origin of speltoid in species crosses has no direct bearing on their origin as mutants.

Das Gesagte gilt auch für die Verwendung des Ausdrucks „speltoid" bei Huskins (1927), wenn er zusammenfassend die Beziehung zwischen den *Spelta*-ähnlichen Formen dadurch zum Ausdruck bringt, daß er sagt:

Speltoide entstehen: 1. durch Chromosomenaberration,
2. durch Kreuzung *Spelta* × *vulgare*,
3. durch Kreuzung *dicoccum* × *vulgare*.

Er zieht diese zusammen als phänotypisch gleich oder sehr ähnlich, obwohl sie in mannigfacher Weise morphologisch, cytologisch und, was nicht vergessen werden darf, vor allem genotypisch verschieden sind.

Da bei dem Auftreten der Speltoidmutanten die Umlagerungen im Chromosomenbestand innerhalb der *vulgare*-Weizen stattfinden, ist das Beibehalten

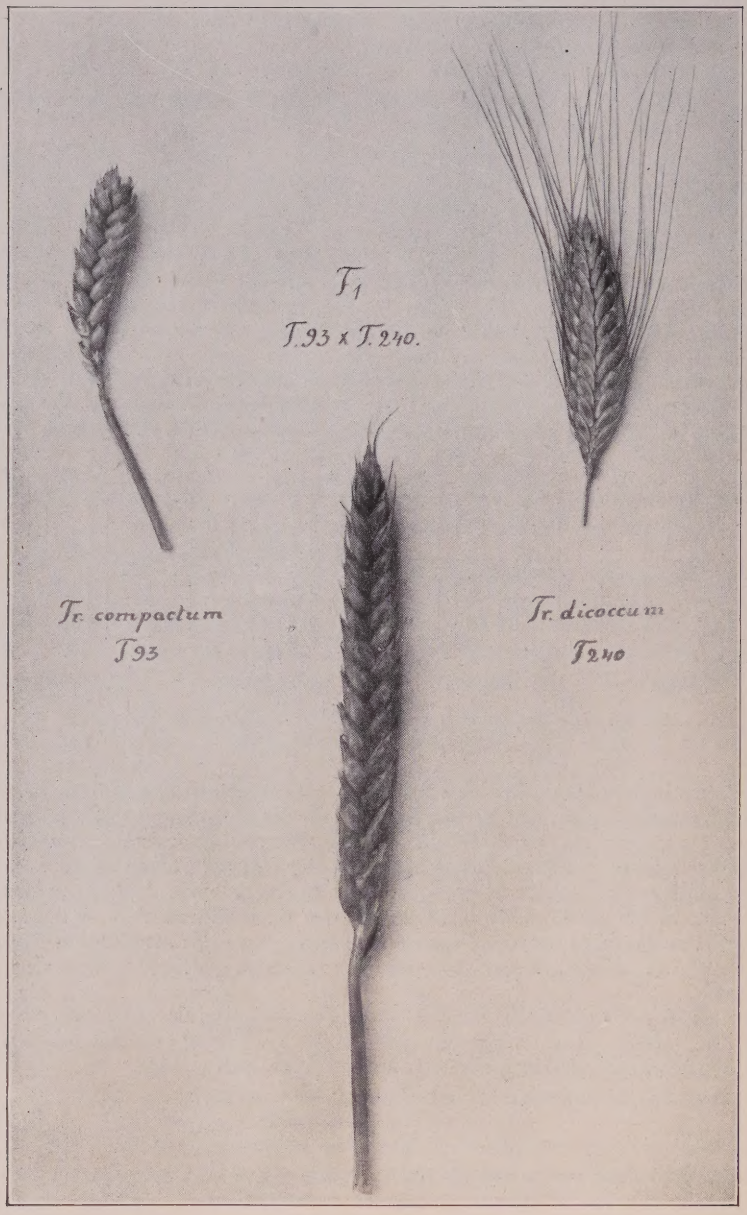


Abb. 39. *Triticum compactum* × *Tr. dicoccum* Eltern und F_1.
Nach MATHIS 1925.

Abb. 40. F_3 zu Abb. 39. Die charakteristischen Typen aus der vielförmigen Nachkommenschaft einer *compactum* × *dicoccum*-Kreuzung. Nach MATHIS 1925. Beachte die „Spelze" 5, 6. 7.

des Reihentypus durch den neugeformten Speltoiden verständlich. Unter den verschiedenen Speltoidtypen sahen wir andererseits im A-Typus die normale Chromosomenzahl beibehalten; die Speltoidhomozygoten dieses Typus sind kräftiger als die mit veränderter Chromosomenzahl. Man könnte demnach *Tr. Spelta* selbst als das Produkt einer Chromosomenaberration von *Tr. vulgare* auffassen, dessen zufällige Konfiguration ihn kräftig genug werden ließ, um einen Platz in der Natur zu behaupten. Diese Lösung gewinnt an Wahrscheinlichkeit durch das gleichzeitige Auftreten des *subcompactum*-Typus, der theoretisch der Anhäufung der bei Speltoidbildung abgestoßenen C-Elemente im Chromosomensatz entspricht. Hier erinnern wir uns der Ergebnisse der Genanalyse von *Spelta-vulgare-compactum*, welche zu dem gleichen Resultat führt: daß nämlich *vulgare-Spelta-compactum* im wesentlichen, d. h. im größten Teil ihrer Erbmasse, gleichartig aufgebaut sind. Die sog. „art"bestimmenden Unterschiede lassen sich auf wenige und z. T. stark gekoppelte, d. h. im gleichen Chromosom gelegene Faktoren zurückführen (hierzu besonders die *Spelta-compactum*-Kreuzungen von Kajanus).

Es lassen sich die Resultate der Speltoid-Mutationen aber auch als Stütze der erst behandelten Theorie zur Ableitung von *Tr. Spelta* aus der Kreuzung Emmer × *vulgare* heranziehen, indem sie gerade die genotypischen Unterschiede bei gleichem Phänotypus verständlich machen.

Für die Vielförmigkeit der Typen, die aus einer Kreuzung zwischen dem im Ursprungsgebiet des Spelzes gerade in alter Zeit verbreiteten *compactum*-Weizen und Emmer hervorgehen, gibt die Analyse durch Mathis (1925) ein schönes Beispiel; beachtenswert sind die lockeren, fast rein spelzartigen Formen, Abb. 39 u. 40.

Auf ein weiteres, offenes, noch unbearbeitetes Problem sei kurz hingewiesen. *Triticum Spelta* kommt nicht nur in weißen (gelben) und roten begrannten und unbegrannten Formen vor, sondern auch mit schwarzer Farbe, wie wir sie sonst bei Weizen und Gerste im mitteleuropäischen Gebiet nicht kennen. Woher kommt diese Farbe? Liegt ihr das gleiche Gen zugrunde wie dem schwarzen Emmer?

Wenn auch die Arbeiten über die phylogenetischen Beziehungen zwischen Dinkel und Emmer noch voll im Gange sind, so scheinen mir doch die bisherigen Ergebnisse für das Speltaproblem klar auf ein bestimmtes Endziel hinzuweisen. Wir fassen zusammen:

Die Ableitung von *Tr. Spelta* aus einer Kreuzung mit *Aegilops* muß, einerseits als äußerst kompliziert, andererseits weil geographisch und historisch nicht verständlich, als unwahrscheinlich abgelehnt werden.

Dagegen bestehen von dieser Seite aus keine Bedenken, die Ableitung aus einer Kreuzung Emmer × *vulgare*, in spätneolithischer Zeit vollzogen und stabilisiert zu denken (vgl. die Rolle der Fremdbestäubung bei der Varietätsbildung des Weizens überhaupt).

Gegen diese Ableitung ist anzuführen, daß andere Kombinationstypen, wie *durum* und *turgidum*, die gleichzeitig bei der Kreuzung *dicoccum* × *vulgare* entstehen, und die wir als lebensfähig kennen, in diesem Gebiet nördlich der Alpen weder in älteren Epochen nachgewiesen sind, noch heute dort vorkommen.

Damit gewinnt die zweite Ableitung an Wahrscheinlichkeit, die Formbildung von *Tr. Spelta* aus *Tr. vulgare* nach Art der Speltoiden durch Chromosomenaberration und nachfolgende Stabilisierung — sofern allerdings man für *Tr. vulgare* selbst den engen phylogenetischen Zusammenhang mit den tetraploiden Weizen als gegeben zugrunde legt.

Das Herausspalten von reinen *vulgare*-Formen einerseits, reinen *Spelta*-Formen andererseits aus der Kreuzung *compactum* × *dicoccum* zeigt aber den

engen genotypischen Zusammenhang, der zwischen *compactum* und *Spelta* besteht und erhöht die Möglichkeiten für ein Hervorgehen des Spelzes aus dem Formenbestand des westschweizerischen Neolithikums.

Die noch 1925 von Vavilov ausgesprochene Vermutung, neben dem alemannischen ein zweites Verbreitungsgebiet der Spelze in Südwestpersien zu finden, hat sich nicht bestätigt (Flaksberger 1928). Man wird also den Schauplatz der Entstehung nach Europa verlegen müssen.

Wir kommen deshalb zu folgendem Schluß:

Triticum Spelta ist in einer nach- oder spätneolithischen, aber vorbronzezeitlichen Periode in Mitteleuropa, speziell im Gebiet des oberen Rheines aus *Tr. vulgare* hervorgegangen, wobei entweder Kreuzung mit *dicoccum* oder Chromosomenaberration die entscheidende Rolle gespielt hat.

Weitere Untersuchungen, experimentelle und cytologische Hand in Hand, mögen und müssen viele Einzelheiten in der Kreuzungsanalyse und im cytologischen Verhalten erklären und so schließlich zu einer endgültigen Entscheidung zwischen beiden Hypothesen oder einer Synthese beider führen.

I B. Gerste

Hordeum sativum

Gerste: Aaronson 1909. Arzt 1926. Atterberg 1899. Aumüller 1919. Biffen 1905, 1907. Blaringhem 1908. Brunn v. Neergard 1897. Emme 1925. Engledow 1920, 1921, 1924. Frimmel 1914. Griffee 1927. Harlan 1918, 1920. Harlan u. Hayes 1920. Helweg 1916. Huber 1929. Ikeno 1925. Kalt 1918. Kiessling 1912. Kuckuk 1930. Larionov 1929. Mayr 1928. Orlov 1929. Pammer u. Ranninger 1908. Regel 1908, 1914, 1915, 1917. Relander 1908. Schiemann 1921, 1922, 1925. Schulz 1911, 1912, 1916, 1917. Stählin 1929. Tedin 1925, 1927, 1929. Tschermak 1913, 1914a u. b. v. Ubisch 1915, 1916, 1919, 1921, 1923. Vavilov 1921. Wittmack 1884. Zade 1925. Ziegler 1920.

Geschichte der Kultur

Die Gerste tritt als Kulturpflanze ebenso früh wie der Weizen auf, überall mit diesem zusammen in Ägypten, Mesopotamien, wie im Pfahlbaugebiet und im Niederschlag fast aller Sprachen. Die ältesten Funde bringen nur sechszeilige (s. l. = mehrzeilige) Gersten, *Hordeum hexastichum* L. In Ägypten sind bereits im ältesten Material dichte (sechszeilige) und lockere (vierzeilige) Formen nebeneinander festgestellt; beide nach Körnicke in den Dashur-Ziegeln, ausschließlich vierzeilige nach Schweinfurth in der Grabkammer von Saqqarah. Gerste ist ferner in Palästina nachgewiesen (Gezer) sowie in den ältesten Funden in Babylonien. (Nippur nach Frimmel 1914), ja bereits aus sumerischer Zeit in Khafaji bei Bagdad (Schiemann 1931). Im zirkumalpinen Pfahlbautengebiet konnte nur dichte sechszeilige nachgewiesen werden: *densum* Heer, *sanctum* Heer, *pannonicum* Deininger (Abb. 41). Augenscheinlich ist also auch hier wie bei Weizen die dichte, und zwar die sechszeilige Form die älteste, die zuerst aus dem Kulturzentrum von den neolithischen Wandervölkern westwärts getragen ist. Sie ist aber nicht Brotkorn, sondern wurde zum Genuß geröstet, wahrscheinlich zu Brei bereitet. Auch die Herstellung von Bier ist uralt (Hrozny 1914, E. Meyer 1930, Hehn 1870). Die Gerste ist schon in ältester Zeit das am weitesten nördlich vordringende Getreide (heute Getreidegrenze ca. 60°). Mitteleuropa zeigt auch zur Bronzezeit noch vorwiegend die dichte sechszeilige Form, doch sind die Körner von Le Bourget und von der Petersinsel wegen ihrer Größe und Schlankheit wohl zu *tetrastichum* zu stellen. Gerste ist das

1) Zusatz bei der Korrektur: nach freundlichst zur Bestimmung überlassenem Material von C. Preusser.

Hauptgetreide der Indogermanen vor ihrer Trennung gewesen (Hoops 1905). Auf griechischen Münzen süditalischer Städte im 6. bis 4. Jahrhundert v. Chr. ist noch durchweg die sechszeilige Gerste abgebildet. Die lockeren vierzeiligen Gersten gewinnen aber allmählich im ganzen Kulturgebiet so die Oberhand, daß man heute echte sechszeilige Gerste in Europa als aussterbend ansehen kann. Sie hält sich, wie es nach dem bei Weizen Gesagten verständlich ist, am längsten im Alpengebiet; einige Angaben bei Körnicke; nach Bauhin wird sie 1622 in Baselland, ebenso nach Hagenbach noch 1821 unter dem Namen „Knopfgerste" bei Liestal hier und da gebaut. Roxburgh gibt an, daß Indien im 18. Jahrhundert ausschließlich sechszeilige Gerste baut.

Die sechs- und vierzeiligen Gersten Europas unterscheiden sich nur durch die Länge der Internodien (Spindelglieder) — quantitativ durch mehrere (zwei bis fünf) Faktoren bedingt —, sie gehören also genetisch eng zusammen. Ein Sprung, wie er durch den dominanten C-Faktor bei *Triticum* bewirkt wird, ist bei Gerste nicht bekannt. Es wäre wichtig, diese alten, wohl Überreste der ursprünglichen sechszeiligen Formen, deren genetisches Verhalten meines Wissens nicht bekannt ist, durch Kreuzung mit ± dichtährigen Sippen zu prüfen.

Abb. 41. Pfahlbaugerste aus Robenhausen. Nach Heer 1865.
1, 2, 3 *Hordeum hexastichum sanctum* Heer, 9 *H. hex. densum* Heer

Erst im 3. Jahrhundert v. Chr. taucht mit Sicherheit zweizeilige Gerste auf, von Theophrast für Griechenland, von Columella für Italien angegeben, jedoch von beiden als seltenere Formen beschrieben; sie wird von vornherein als Sommerkorn genannt. Ältere Angaben über zweizeilige Gerste, besonders die für die Pfahlbauten[1]) können nicht als gesichert gelten. (Nach Buschan ein einziges Korn aus Hallein; Hoops nennt nur den Fund aus Wangen, die aus Bronze- und Eisenzeit seien nicht für Zeiligkeit zu deuten; Neuweiler sagt: selten.)

Es liegt also wohl nicht so, wie Schulz (1913) meint, daß die zweizeilige Gerste nach dem Neolithikum wieder verschwunden und später durch die Römer wieder in Mittel- und Nordeuropa eingeführt wurde, sondern es ist vielmehr anzunehmen, daß sie erstmalig in historischer Zeit hier erscheint.

In Ausgrabungen des frühen Mittelalters kommen in Deutschland beide nebeneinander vor. Im 16. Jahrhundert ist die zweizeilige Gerste wohlbekannt; ihre Verbreitung zeigt sich z. B. darin, daß sie in England im 17. Jahrhundert common barley genannt wird (Schulz). Die in den Kräuterbüchern beschriebene ist die lockere (*nutans*) Form; *erectum* nennt und beschreibt zuerst Haller (1776); woher sie stammt und wo sie zuerst in unseren Kulturkreis aufgenommen, ließ sich nicht feststellen. Nach Kreuzungen mit Fruwirths früher Goldthorpe (Schiemann 1921) ist diese Dichtährigkeit unvollkommen dominant gegenüber den lockeren *nutans*-Gersten; ob das für die ganze Gruppe zu verallgemeinern ist, bleibt zu prüfen. Hubers Ergebnisse (1929) sprechen in gleichem Sinne. Alle Beobachter fanden komplizierte Aufspaltungszahlen und ± voneinander

1) Ein Ährenstück aus Wangen, das wieder verloren ging.

abweichende Resultate (Hayes und Harlan 1920, Hor 1924, Tedin 1927). Der Grund dafür liegt eben darin, daß phänotypisch gleiche Dichtetypen genotypisch verschieden sind. Vavilov gibt *erectum*-Typen für Abessinien und Sibirien an; daß die Formen mit den westeuropäischen identisch sind, scheint fraglich.

Ein Problem ist z. Z. die Stellung der dichtesten zweizeiligen Gerste, *Hordeum zeocriton* (Abb. 42)[1]). Man weiß, daß sie „seit alters her" gebaut wird; ihr Anbau ist auf Gegenden beschränkt, die wir als Hüter ältester Getreideformen vom Weizen her bereits kennen, die Gebirgstäler der nördlichen Alpen: Graubünden, Tirol, Krain, Schweiz; auch Thüringen noch bis Beginn des 19. Jahrhunderts (Krause 1855). Sie wird zuerst bei Bock (1539) genannt, verschwindet aber seitdem nicht aus der Literatur (gute Abbildung bei C. Bauhin); 1821 erwähnt sie Hagenbach für Basel neben der schon genannten sechszeiligen

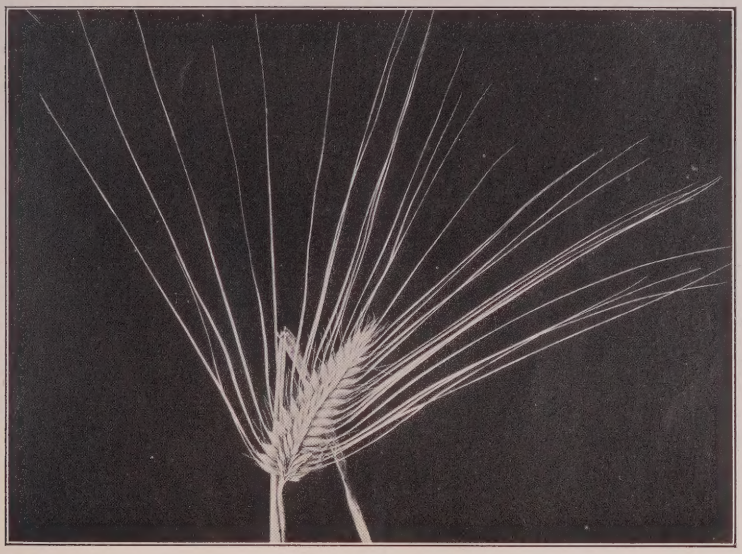


Abb. 42. *Hordeum distichum zeocrithum*,[1]) Pfauengerste.

Knopfgerste; 1918 ist sie nach Christ in der Schweiz, wo sie als „Fischlingerste" bezeichnet wurde, kaum mehr zu finden. Hegi nennt sie für Graubünden, Wallis, Tirol, Mayr für Tirol (1930).

Die Zerealienbücher des 19. Jahrhunderts (Krause, Metzger usw.) geben an, sie werden im großen als Futter gebaut in Spanien, Italien und besonders Ägypten (Hühnerfutter), in England als Biergerste. Gérardes Herbal aber kennt sie nicht! Die Spanier und Italiener nennen sie „deutsche Gerste". Daß Ägypten heute nicht mehr seine ursprünglichsten Getreide baut, ist bei Weizen gezeigt. Ob die „japanische Gerste" der genannten Werke mit *zeocriton* identisch ist, geht aus der Darstellung nicht hervor. Takezaki (1927) nennt sie nicht unter den „standard types of cultivated barley found within the Japanese territories". Die von Orlov abgebildete *zeocrithideficiens* Vavilov, endemisch in Erythraea, ist jedenfalls ein schon durch das lange schmale Korn stark abweichender Typus

1) Linné (sp. pl.) schreibt *Hordeum zeocriton*; Körnicke *Hordeum distichum* L. var. *zeocrithum*.

(Abb. 21, Orlov 1929), der genetisch nicht hierher gehören dürfte (wäre zu prüfen). Seringe (1841) sagt ausdrücklich, daß „bis heute" keinerlei Varietäten von *zeocriton* bekannt sind. Geringer Anbau in Skandinavien und England könnte historisch mit dem Restanbau von sechszeiliger Gerste zusammenhängen. Alles in allem gewinnt man den Eindruck, daß *zeocriton* im Alpengebiet beheimatet ist.

Die große Dichte und die genetische Konstitution lassen den engen Zusammenhang mit der alten sechszeiligen Form erkennen. Die Kreuzung von *zeocriton* mit mehrzeiligen Gersten läßt die gleichen Dichtegene vermuten, die aus sechszeiligen bekannt sind. Der Komplex: verjüngte Ähre, Form der Deckspelzen der Seitenährchen usw., der den *zeocriton*-Typus ausmacht, ist genanalytisch nicht untersucht.

Haben wir es hier mit einem Relikt einer weiter verbreiteten frühsten, gleichfalls dichten Form der zweizeiligen Gerste zu tun, deren Ursprung wir mit dem übrigen Getreide in Asien suchen? Oder ist *zeocriton* aus der archaischen sechszeiligen Form in Westeuropa — mutativ — entstanden? (vgl. *Tr. Spelta*). Der Unterschied zwischen zweizeilig und sechszeilig ist monohybrid bedingt (mit Nebenfaktoren; von Ubisch, Tedin u. a.). Die Dominanz ist hier umgekehrt wie im Falle *compactum-vulgare*; der Hemmungsfaktor, der die Ausbildung der Seitenährchen unterdrückt, ist dominant. Wenn man entwicklungsgeschichtlich die zweizeilige Form als die abgeleitete ansieht (siehe unten), so wäre hier die dominante Form die jüngere. Die Pfauengerste ist, abgesehen von den rezenten ägyptischen, nur aus Europa bekannt. Sehr ähnliche Typen spalten aber aus Kreuzungen zweizeilig locker × sechszeilig (sehr) dicht heraus — der charakteristische *zeocriton*-Komplex meines Wissens aber nicht. Die Phylogenie von *zeocriton* ist mithin zur Zeit noch ungeklärt.

Außerordentlich dichtährige mehrzeilige Formen kommen in der ostasiatischen Gruppe, speziell in Japan vor (Abb. 47); nach v. Ubisch verhalten sie sich bezüglich der Dichte ebenso wie die europäischen. Die Kreuzung einer ägyptischen sechszeiligen mit einer dieser dichtesten japanischen (eigene Versuche) läßt auf gleiche Dichte- bzw. Lockerkeitsgene schließen; weitere Prüfung mit phänotypisch gleichem Material aus beiden Gruppen wäre erwünscht.

Im allgemeinen werden die zwei morphologisch parallelen Reihen

zweizeilig	mehrzeilig
nutans	*vulgare* (*tetrastichum*
erectum	*hexastichum parallelum*
zeocriton	*hexastichum pyramidatum*

genetisch bezüglich der Dichtegene gleichgesetzt. Auch hier wäre wirkliche Gleichheit geographisch verschiedener Herkünfte und Rassen noch zu prüfen — wie sich aus dem weiteren ergibt.

Genzentren

Die russische Schule hat folgende Verteilung der Gersten festgestellt (Vavilov 1925, 168ff., Orlov 1929) (Abb. 43):

Es sind zwei Mannigfaltigkeitszentren vorhanden: Abessinien und Südostasien.

I. Abessinien und Erythraea haben überwiegend bespelzte Gersten. Ökologisch sind sie nach Orlov ausgezeichnet durch 1. lange Schoßperiode, 2. starke Bestockung, 3. lange schmale milchiggrüne Blätter, 4. trapezoide Ligula, 5. Offenblühen, 6. längliche große Körner. Endemisch sind u. a. die Gene für *deficiens* und *macrolepis*, schwarzspelzig, schwarzkörnig (siehe Liste Vavilov (1925),

S. 170). Mit der folgenden Gruppe gemeinsam ist die Variabilität nach bespelzt — nackt, glattgrannig — rauhgrannig, verschiedene Kornfarben, begrannt — unbegrannt, dicht locker und vor allem: zweizeilig — mehrzeilig. Alle sind, wenn nicht unbegrannt, langgrannig (v. Ubisch). Von Interesse ist deshalb eine kurzgrannige Mutante in deutscher Braugerste (Abb. 44) (Schiemann 1931).

An dies Zentrum schließen sich räumlich, in abnehmender Vielförmigkeit an: Arabien, Persien, Turkestan, Buchara, Khoresm, Indien; Afghanistan, bereits ziemlich wenigförmig (vgl. dagegen Wildgerste). Ebenso nach Westen: Tunis, Tripolis, Algier, Marokko und Europa.

II. Südostasien: Himalaya (Nepal), das anstoßende Tibet, China, Japan haben vorwiegend nackte Formen — nach Vavilov von den nackten des

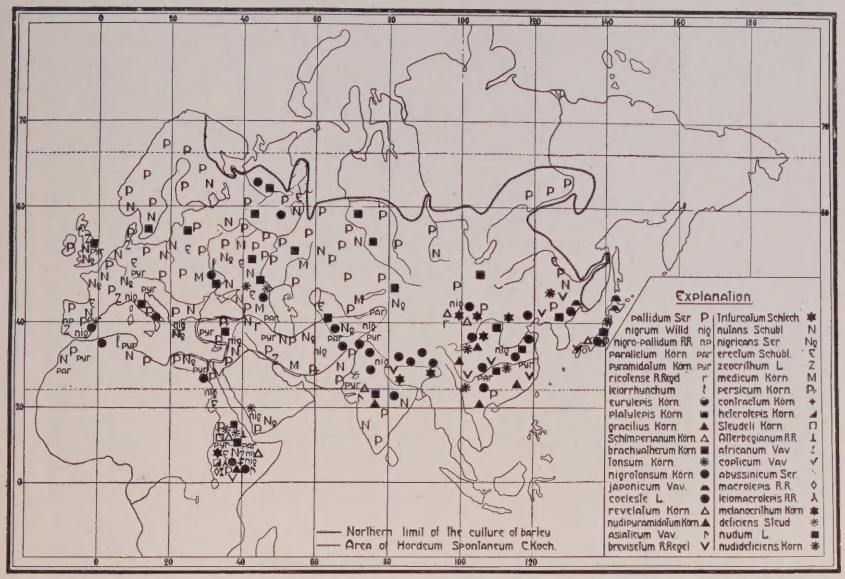


Abb. 43. Verbreitung der Gerste. Nach Vavilov 1927/28.

I. Formenkreises verschieden. Ob sich diese Verschiedenheit auch auf das Faktorenpaar bespelzt — nackt selbst bezieht, geht aus der Darstellung nicht hervor. Nach den bisherigen Genanalysen (v. Ubisch 1919, Tedin 1926, Kajanus und Berg 1924) verhalten sich beide Gruppen gleichartig gegen „bespelzt"; ob die Faktoren identisch sind, ist nicht geprüft. Als charakteristisch für den ostasiatischen Formenkreis nennt Vavilov (1925, S. 169): breites Blatt, dünnwandiger Halm, breite grobgezähnte Grannen, große Immunität gegen Meltau. Die Nacktgersten steigen besonders hoch im Gebirge aufwärts (bis 4000 m vereinzelt).

Endemisch für Nepal sind die *trifurcatum*-, die Kapuzengersten, die auch zu den Nacktgersten gehören. Die begrannten Formen sind teils lang-, teils kurzgrannig, während kurzgrannige im westlichen Formenkreis, wie gesagt, nicht vorkommen. v. Ubisch (1923) hat darauf aufmerksam gemacht, daß die Kapuzengersten in einem Gebiet vorkommen, westlich von dem nur noch lang-

1 2 3 4 5 6 7

Abb. 44. Kurzgrannige Mutante aus Bethges Gerste III und ihre Nachkommen. Nach Schiemann 1931.
1 Mutterstamm, 2 Bethge II, 3 Mutante, 4—7 Nachkommen aus Rückkreuzung.

1 2 3 4 5 6 7 8

Abb. 45. Grannentypen der Gerste. Nach Schiemann 1931.
1 und 2 japanische Gerste, 3 kurzgrannige Mutante aus Bethge III, 4 abessinische Gerste, 5 indische Gerste, 6 Goldthorpe, 7 nutans Braugerste, 8 sechszeilige Futtergerste.

grannige, und nur östlich kurzgrannige Gersten vorkommen und hat darauf eine Theorie zur Entstehung der Kapuzen als Kombination aus verschiedenartigen Begrannungsfaktoren aufgebaut.

Abbildung 45 zeigt verschiedene Grannenlängetypen, darunter die oben und S. 19 bereits genannte kurzgrannige Mutante; Abbildung 44 dieselbe mit ihrer Muttersippe, Bethges Braugerste III, und einer Anzahl Geschwisterderivate aus Rückkreuzungen mit derselben (Schiemann 1931).

Für Japan charakteristisch sind extrem dichte Gersten (Takezaki 1927, Ikeno 1925, 1927); endemisch in Japan sind sechszeilig unbegrannte, ein Typus, der bisher aus der Kreuzung zweizeilig unbegrannt × sechszeilig begrannt noch

Abb. 46. Die landwirtschaftlich wichtigsten japanischen Gersten. Nach Takezaki 1927/28.

nie herausgespalten ist. Die Koppelung scheint absolut. Die von Zhukovsky in Kleinasien gefundene und als var. *Dundar-beyi* Zhukovsky beschriebene sechszeilige unbegrannte Form ist wohl sicher verschleppt. Zhukovsky spricht diese Vermutung selbst aus; ob deshalb der neue Varietätenname berechtigt ist, sei dahingestellt. In Abb. 46 sind die acht in der japanischen Landwirtschaft häufigsten Sorten nach Takezaki (1927) dargestellt.

Zweifellos sind beide Gruppen weitgehend miteinander verwandt, so daß in der Trennung der beiden Genzentren, die räumlich die der tetraploiden und hexaploiden Weizen ja noch beträchtlich übertrifft, ein Problem steckt, an dem man nicht vorbeigehen kann. Dieses wird um so schwieriger, als in beiden geographisch getrennten Arealen zwei- und mehrzeilige Gersten vertreten sind, die unter sich die gleichen genotypischen Beziehungen zeigen.

Cytologie

Alle Kulturgersten haben n = 7 Chromosomen, ebenso *Hordeum spontaneum*; *H. murinum* ist tetraploid. Emme (1925) fand drei Karyotypen, die sich durch ± Ausbildung von ein bis zwei Trabanten (Nebenchromosomen nach der Bezeichnung von Emme) unterscheiden, wobei eine Beziehung zu den Genzentren gefunden wurde.

Die endemisch-afrikanischen Formen haben, soweit untersucht, keinen (selten) oder einen (meist) Trabanten (2n-Rassen; 2n + 1x-Rassen), der durch einen deutlichen Faden mit dem Hauptchromatin verbunden ist. Die endemisch asiatischen Formen haben keinen oder zwei solcher Trabanten (2n und 2n + 2x = symmetrische Rassen) (Abb. 47). Eine transkaspische Rasse (Übergangsgebiet) schließt sich mit einem Trabanten der 1. Gruppe an. Diese müßte mit ihrem asymmetrischen Chromosomenbestand in 2—1—0-Rassen aufspalten. Da die 2n + 2x-Rassen im afrikanischen Formenkreis fehlen, nimmt Emme an, daß die Trabanten Letalfaktoren führen, die nur homozygot wirksam sind. Es fehlt einstweilen dafür der experimentelle bzw. cytologische Nachweis (Ausfall von Zygoten oder Gameten).

Abb. 47. Chromosomen der Gerste. Nach v. Emme 1925.
1 var. *trifurcatum* (ostasiatisch). 2 var. *revelatum* (afrikanisch),
3 var. *coeleste himalayense* (transkaspisch).

Stählin (1929) konnte den Befund von Emme für die zur asiatischen Gruppe gehörigen Kapuzengersten nicht bestätigen; er fand stets nur einen Trabanten. Stählin nimmt danach an, daß der asymmetrische Typus auch in der asiatischen Gruppe vorkommt, womit die Theorie eine nicht zu übersehende Einschränkung erfährt.

Genanalyse

Die meisten Autoren, die mit verschiedenartigen Formen gearbeitet haben, fanden alle Gersten, einschließlich *Hordeum spontaneum*, unbeschränkt fertil kreuzbar (Tschermak, Biffen, von Ubisch, Schiemann, Engledow). Vavilov berichtet über abweichende Erfahrungen. Danach zeigt Kreuzung von Nackt- und Spelzgersten der beiden Formenkreise eine deutliche partielle Sterilität, die sich in „Schartigkeit" äußert. Es ist aber daran zu erinnern, daß das klassische Beispiel von Schartigkeit bei Gerste bei Johannsen mit den beiden Formenkreisen nichts zu tun hat!

Beispiel 1925, S. 172:

a) *Hordeum vulgare* var. *pallidum* f. *coerulescens* aus Abessinien × *H. v.* var. *coeleste* aus Japan

F_1 brüchig wie *H. spontaneum*,

F_2
- 12 ganz steril,
- 46 Ansatz nur an einzelnen Ähren,
- 197 Ansatz gering,
- 46 vollfertil.

b) Auch bei Kreuzungen mit *spontaneum* gibt Vavilov herabgesetzte Fertilität an.

In eigenen Versuchen im Institut für Vererbungsforschung in Potsdam (Schiemann 1926) sind eine große Reihe Kreuzungen vollfertil gewesen, z. B. die Kombinationen:

a)	Formenkreis I	Formenkreis II	I × II
	zweizeilig afrikanisch nackt ×	sechszeilig japanisch bespelzt	H. 41 × H. 32
	zweizeilig samarisch bespelzt ×	sechszeilig japanisch bespelzt	H. 10 × H. 32
	sechszeilig ägyptisch bespelzt ×	zweizeilige Kapuzengerste, nackt	H. 42 × H. 23
b)	*Hordeum spontaneum* ×		H. 40 ×
	zweizeilig afrikanisch nackt = Formenkreis I		H. 41
	sechszeilig europäisch nackt = Formenkreis I		H. 1
	vierzeilige Kapuzengerste nackt = Formenkreis II		H. 15

Weitere Beispiele bei den genannten Autoren.

Leider sind gerade die Kreuzungseltern in Vavilovs Beispiel nicht unter den von Emme cytologisch untersuchten Sippen. Vielleicht liegt hier der Schlüssel zu den verschiedenartigen Resultaten. Jedenfalls verdient die Frage erneuter, speziell hierauf gerichteter Prüfung.

Wildgerste

Über die Ableitung der Kulturgersten von *Hordeum spontaneum* siehe das in Kap. 2 über Wildform-Kulturform Gesagte (S. 26 ff.). Im besonderen ist für *Hordeum* noch hinzuzufügen, daß die genotypische Verwandtschaft zwischen *Hordeum spontaneum* und den zweizeiligen Kulturgersten außerordentlich eng ist; nach v. Ubisch besitzt *H. spontaneum* (H. 40 der Sammlung des Inst. f. Vererbungsforschung, eine weißspelzige Form) alle 18 von ihr untersuchten Faktoren mit Ausnahme des Spelzenfaktors und des Kapuzenfaktors dominant (v. Ubisch 1919).

Hordeum spontaneum und die zweizeiligen Kulturgersten werden gewöhnlich als ein Reduktionstypus aufgefaßt, bei dem die Seitenährchen der dreiährigen Spindelstufe steril geworden sind. Morphologisch muß also die sechszeilige Form die primitivere sein sowohl bei den Wild- als bei den Kulturformen; sie ist, wie gezeigt, in der Kultur die ältere. Man wird deshalb die sechszeiligen, älteren Kulturgersten nicht von *Hordeum spontaneum* ableiten können — die Ahnform derselben, wie auch der zweizeiligen Wildgersten muß eine Wildform mit fertilen Seitenährchen sein, von der aus in einer Richtung die Entwicklung zum (sechszeiligen) Kulturtypus, in der anderen erst über den zweizeiligen Wildtypus zum zweizeiligen Kulturtypus zu denken ist. Eine solche Form mit allen Merkmalen des kulturfähigen, kulturbereiten Wildgrases kennen wir heute nicht.

Schulz (1913) hat dafür *Hordeum ithaburense* Boiss (= *spontaneum* Koch) var. *ischnatherum* Cosson aus Kurdistan in Anspruch genommen. R. Regel (1917) betrachtet als „Wildgerste" eine sechszeilige Gerste mit fester Spindel, aber starker Basalbehaarung des Kornes, die in zwei Varietäten, *Hordeum hibernans* und *H. hibernaculum* R. Regel massenhaft als Wildgras, z. T. mit zweizeiliger brüchiger Gerste gemischt in Transkaukasien spontan vorkommt. Die Bevölkerung macht Heu von dem Gemisch, das, wie ein Steppengras wachsend, von Regel für zweifellos wild gehalten wird; die sechszeiligen, so nimmt er an, seien dann direkt in Kultur genommen (Abb. 48 rechts). Sie sind winterfest, worin ihnen die Mehrzahl der vielzeiligen Gersten gleicht; ist doch die sechszeilige Gerste das bis an die Getreidegrenze sowohl nach Norden als in die Höhe vor-

dringende Korn! — wogegen die zweizeiligen Wildgersten nach Regel zwar Winterformen, aber frostempfindlich sind, die zweizeiligen Kulturgersten (bis vor kurzem alle) Sommergersten.

Regels phylogenetische Theorie geht dahin, daß die zweizeiligen Kulturgersten nichtbrüchige Kombinanten natürlicher Bastarde aus solchen Mischbeständen, zweizeilig brüchig × sechszeilig nichtbrüchig sind, die durch die Kultur stabilisiert sind. Damit würde ihr nachweislich späteres Eintreten in die Kultur erklärt. Zu solchen Bastarden rechnet Regel auch *Hordeum ischnatherum* — das eine brüchige Kombinante mit nur schwach reduzierten Seitenährchen darstellt.[1])

Für das Erscheinen des Sommertypus (der Schoßfähigkeit) der zweizeiligen Kulturgersten weiß Regel einstweilen noch keine Erklärung — berichtet aber bereits, daß Vavilov in Pamyr echte Sommerformen der zweizeiligen Wildgerste gefunden hat (vgl. Kap. 2, natürliche Variationsbreite des Entwicklungsrhythmus). Im Anschluß bringt Regel einen Brief Vavilovs, der diese phylogenetische Theorie ablehnt. Argument hauptsächlich: zu geringe Mannigfaltigkeit bei *Hordeum spontaneum* (siehe S. 28).

Die Theorie finde ich in der Literatur seither nirgends erwähnt, obgleich sie vieles enthält, was beachtenswert ist; vor allem ist hier zum erstenmal darauf hingewiesen, daß das Erscheinen der sechszeiligen Gersten vor den zweizeiligen in der Kultur erklärt werden muß. Die herangezogenen sechszeiligen „Wildgersten" sind selbst nicht mehr im Zustande spontaner Verbreitungsfähigkeit; sie sind vielmehr mit ihrer zähen Spindel eher dem Stadium zu vergleichen, in dem sich der Unkrautroggen befindet (siehe S. 177), wenn auch die starke Spindelbehaarung ein morphologisch primitives Merkmal ist. Den Typus des Wildgrases, das am Anfang der Reihe *Hordeum sativum* s. l. stehen könnte, kennen wir eben nicht. Die genetische Übereinstimmung im Faktorengehalt der afrikanisch-europäischen und der ostasiatischen Gruppe, wo sich die Teilung in zwei- und sechszeilige Gersten wiederholt, weist auf den gemeinsamen Ursprung zurück. Die Entstehung des zweizeiligen Reduktionstypus muß sich vor ihrer Trennung vollzogen haben. Wie bei *Triticum* möchten wir die beiden Mannigfaltigkeitszentren nicht in polyphyletischem Sinne als zwei Primärzentren der Formentwicklung verstehen, sondern vielmehr als solche, die sich infolge der Stauung der Gattung an einer klimatischen Verbreitungsgrenze sekundär ausgebildet haben. Daß das primäre Ursprungszentrum im „Übergangsgebiet" des einen zum andern, in Vorderasien, etwa in der Gegend Transkaukasiens liegen könnte, ist nicht unwahrscheinlich. Die von Vavilov gegen die monophyletische Ableitung herangezogene Beobachtung, daß die Wildgerste ihr Mannigfaltigkeitszentrum in Afghanistan hat, wo sie nicht kultiviert wird, dagegen in Abessinien fehlt, wo die Kulturgerste die größte Vielförmigkeit zeigt, erscheint damit in einem anderen Licht (hierzu Abb. 43).

Neuerdings hat Larionow die Frage nach dem phylogenetischen Zusammenhang zwischen zweizeiliger und vielzeiliger Gerste wieder behandelt (1929). Er erklärt ihn unter Einbeziehung des als Gattung von *Hordeum* abgetrennten Formenkreises *Elymus* (Abb. 49).

Bei *Elymus* variiert die Anzahl der Ährchen in einer Gruppe von zwei bis sechs; häufig finden sich zwei; die Anzahl der Blüten im Ährchen variiert von eins bis zwei; davon ist die obere häufig nur ♂.

Bei *Hordeum* kommt bei fast allen wilden Gersten eine Umwandlung von fertilen Seitenährchen in ♂ Seitenährchen vor. Es sei deshalb nicht richtig, *Hordeum distichum* als Reduktionstypus von *H. polystichum* anzusehen. *Hordeum*

1) *Hord. spontaneum* Koch ist Regel augenscheinlich zur Zeit der Abfassung der besprochenen Arbeit nicht bekannt.

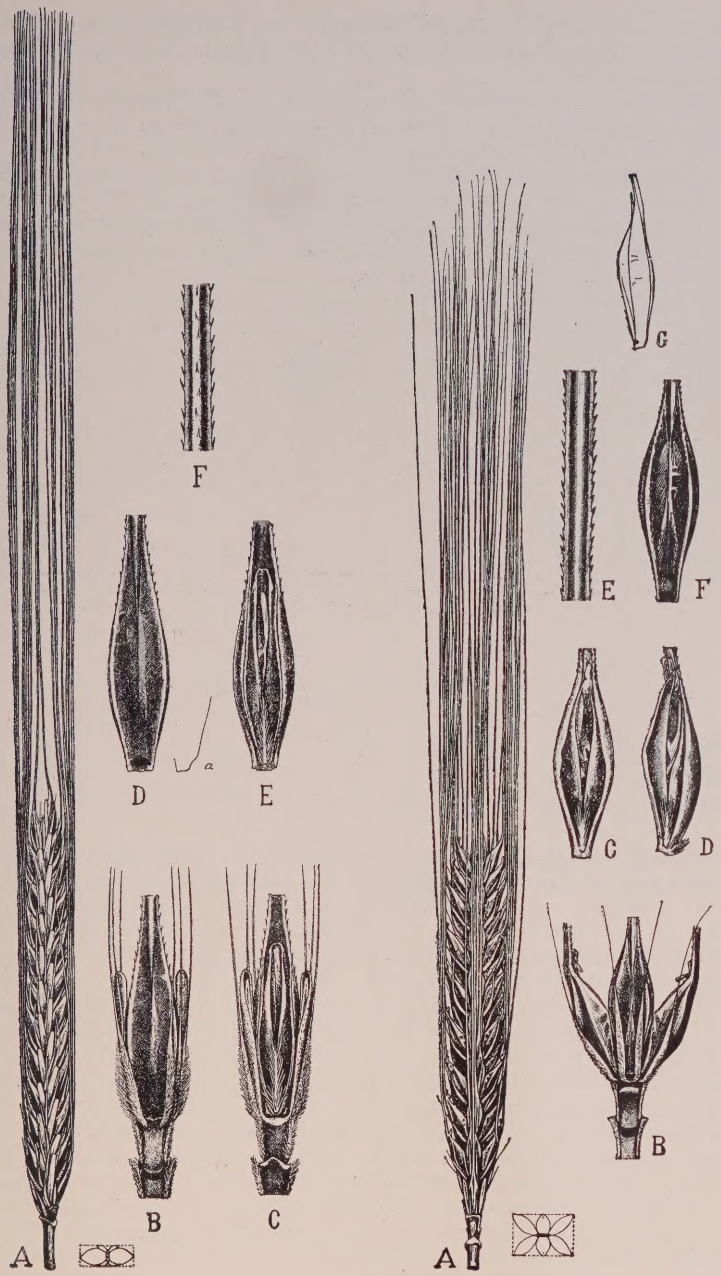


Abb. 48. Zweizeilige und sechszeilige „Wildgerste“ (*Hordeum Korschinskianum*, links und *Hordeum hibernaculum*, rechts) aus Transkaukasien. Nach Regel 1917.

spontaneum schließe sich vielmehr mit seinen nur ♂ Seitenährchen den anderen Wildarten *murinum*, *bulbosum* an, die sich, wie gezeigt wird, ungezwungen von *Elymus* ableiten lassen.

Wie nahe die zweiährigen *Elymus*-Arten der Gattung *Hordeum* stehen, kommt darin zum Ausdruck, daß manche ursprünglich zu *Hordeum* gestellt wurden: *Elymus Caput Medusae* L. = *Hord. Cap. Med.* Coss. und *Elymus europaeus* L. = *Hord. europaeum* Alb. In dieser Gruppe nehmen zwei durch ihre zähe Ährenachse eine nach dem Kulturtyp hinneigende Zwischenstellung ein: das schon genannte *Elymus Caput Medusae* und *Elymus propinquus* Fres.

Über die dreiährigen *Elymus*-Arten führt die Reihe zu den Kulturgersten in zwei Stämmen.

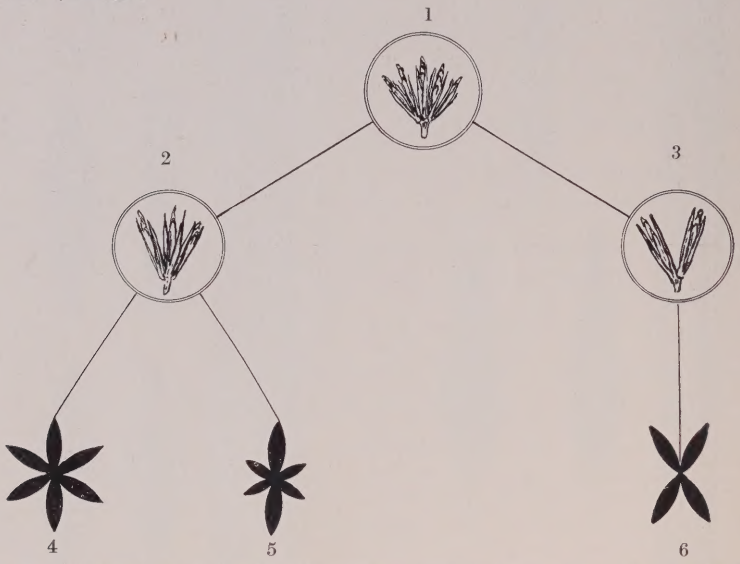


Abb. 49, Ableitung der zwei- und sechszeiligen Gersten aus *Elymus*. Nach Larionow 1929. 1 Elymusartiges Gras; viele Ährchen. — 2 Drei-Ährchengruppe. — 3 Zwei-Ährchengruppe. — 4 u. 5 Kulturgersten. — 6 *Elymus Caput Medusae*.

a) der erste Stamm hat lauter einblütige und darum fertile Ährchen; hieraus ist *polystichum* hervorgegangen,

b) der zweite hat einblütige und darum fertile Mittelährchen und mehrblütige Seitenährchen, bei denen sekundär die Reduktion auf ♂ und auf einblütig erfolgt ist.

Der Typ der Reihe ist: *murinum—bulbosum—spontaneum—distichum*.

Larionow sieht also die Artbildung in zweizeiliger und mehrzeiliger Gerste als parallele Prozesse an. Brüchigkeit wird in der Kulturgerste ebenso wie bei den genannten zweiährigen *Elymus*-Arten durch ein leichtes Abfallen der einzelnen Caryopsen aus den zurückbleibenden Hüllspelzen ersetzt. Eine den zähspindeligen zweiährigen Wildarten entsprechende dreiährige ist nicht bekannt.

Wenn auch diese Deutung keine Lösung des Gerstenproblems bedeutet, so ist damit doch ein neuer Weg beschritten, ihr näher zu kommen. Der Anschluß der zweizeiligen Kulturgersten an *Hordeum spontaneum* ist auch in diese Ableitung aufgenommen.

Wie die großen Linien in der Entwicklung der Kulturgersten noch nicht als fest gezogen gelten können, so sind auch viele phylogenetische Einzelfragen noch strittig.

Über die Entstehung der Kapuzengersten und ihren Zusammenhang mit den verschiedenen Begrannungsfaktoren der beiden Formenkreise hat VON UBISCH gearbeitet (1919, 1921, 1923); hierzu auch SCHIEMANN (1930).

VON UBISCH nimmt an, daß die ursprüngliche Form (*a k i*) kurzgrannig gewesen sei — daß aus dieser sich allmählich die langgrannigen entwickelt haben *A k I*, während eine zweite Mutation kurzgrannig von der Formel *a K i* gab. Beim Zusammentreffen von *K* und *I* entstehen Kapuzen, wie Abb. 50 zeigt. In Stammbaum I, den VON UBISCH bevorzugt, ist *Hordeum spontaneum* (lange Granne) als Kombinationstyp dargestellt, in Stammbaum II als Mutationstyp. Doch wird ausdrücklich bemerkt, daß über die Richtung der Entwicklung nichts ausgesagt werden soll. Wenn die Kurzgranner als Verlustmutanten aufgefaßt werden, müßte der Stammbaum umgekehrt gelesen werden! Der Stamm-

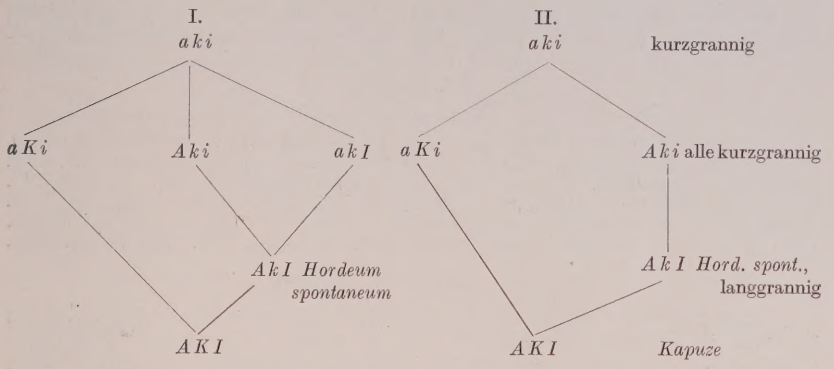


Abb. 50. Stammbaum der Grannen- und Kapuzengersten. Nach VON UBISCH 1923.

baum VON UBISCH begegnet aber auch sonst noch Schwierigkeiten, gerade unter Berücksichtigung der von ihr selber festgestellten geographischen Verteilung der Grannentypen.

Es werden Kurzgranner von 3 Formeln unterschieden, solche, die nur *A*, nur *I* oder nur *K* (oder keines) besitzen. Von diesen sind nur *A*- und *I*-Typen aus der Natur bekannt. Keine der vielen von v. UBISCH analysierten Grannengersten, darunter die beiden japanischen (H. 34 SEKITORI, *A k i*, und H. 37 SANTOKU, *a k I*) besitzt den Grannenfaktor *K*. Das gleiche gilt für die zahllosen Kreuzungen mit Grannengersten verschiedenster Herkunft, über die in der Literatur berichtet wird; keine gab aus Granne × Granne Kapuze; ebenso verhält sich grannenlose Gerste. Keine brachte also den hypothetischen „Faktor für kurze Grannen *K*" mit, der mit *A* zusammen Kapuze gibt. Er spaltet vielmehr nur (vgl. z. B. v. UBISCH 1923, Tabelle S. 80) aus Kreuzungen heraus, deren einer Elter eine Kapuzengerste ist (SCHIEMANN 1930). Danach muß die phylogenetische Deutung der natürlichen Kapuzengersten von Nepal heute als noch nicht befriedigend angesehen werden.

Die Faktoren Zweizeiligkeit—Mehrzeiligkeit beider Formgebiete sind durch multiple Allelie mit dem *deficiens*-Gen verknüpft, das für Abessinien endemisch ist (ENGLEDOW 1920, ROBERTSON 1929).

Erwähnt wurde bereits, daß im Gegensatz zu dem sicherlich uralten *zeocriton*, dessen Ableitung von den sechszeiligen dichten Formen direkt möglich ist, die zweizeiligen *erectum*-Gersten in Europa erst später auftreten als die lockeren; die zweizeiligen Gersten des 16. Jahrhunderts sind *nutans*; *erectum* ist mithin als aus *nutans* hervorgegangen anzusehen; die extremsten Typen dieser Reihe sind die Goldthorpe-Gersten, die in der Mitte des vorigen Jahrhunderts in England erscheinen; ob mutativ oder aus Kreuzung konnte nicht festgestellt werden. Die Entwicklungsreihe entspricht der bei *Triticum vulgare* (siehe S. 111).

Lockere Landweizen → dichte Hochzuchtweizen → Squarehead
nutans-Gersten → *erectum*-Gersten → Goldthorpe
(Imperial).

Vor beiden steht als uralt eine äußerst dichtährige Form — hier *zeocriton*, dort *compactum*. Die Kulturgersten der Weltwirtschaft, die sich, so wie die Entwicklung derselben sich vollzogen hat, von Europa aus verbreitet haben, gehören wahrscheinlich alle dem afrikanischen Formenkreis an.

Ganz im Gegensatz zum Weizen ist somit das Ergebnis der genetischen Untersuchungen für die Phylogenie der Gerste noch durchaus unbefriedigend.

Ic. Roggen

Secale cereale L.

Roggen: Antropoff 1929. Aumüller 1914. Balabajev 1926. Batalin 1890. Belling 1925. Benzin 1913. Berkner u. Meyer 1927. Cotte 1910. Emme 1927, 1928. Engelbrecht 1916, 1917. Ferrand 1923. Gotoh 1924. Grossheim 1923. Helweg 1916. Kouprianov 1923. Ossent 1930. Pax u. Hofmann 1915. Schulz 1913, 1914, 1916, 1918. Spillman 1912. Stählin 1929. Tschermak 1913. Tumanian 1929. Vavilov 1917 (1920), 1925. Vavilow u. Bukinich 1919. Werth 1929. Wittmak 1890. Zhukowsky 1930.

Geschichte der Roggenkultur

Roggen erscheint erst spät in der Geschichte der menschlichen Kultur. Dem ägyptisch-indischen Kulturkreise ist er fremd; ebenso ist er nie nach dem Osten (China, Japan) gekommen. Er fehlt in den neolithischen Pfahlbauten der Schweiz.

Die ältesten Funde (Heer) neben Bronzegerät und Knochen des Pfahlbautenschweines stammen aus Olmütz in Mähren; dann folgen aus der Übergangszeit zur Eisenzeit Funde aus Schlesien und Oberlausitz. Er ist also nördlich der Alpen im östlichen Teil bereits in der Bronzezeit bekannt gewesen. Ein Fund aus der Hallstattzeit in der Nähe von Merseburg (Schulz 1926) erweist seinen Anbau in dieser Zeit in Mitteldeutschland. Mit Sicherheit ist er in der Eisenzeit ferner in Dänemark nachzuweisen. Weitere Funde zeigen, daß er zur römischen Kaiserzeit (siehe die ausführliche Darstellung bei Schulz 1913, S. 75) nördlich der Alpen weit verbreitet war (Ungarn, Schweiz, Mittel- und Norddeutschland) und bei Kelten und Slawen die Hauptbrotfrucht gewesen ist. Im 1. und 2. Jahrhundert dringt er auch über die Alpen, einerseits in die Poebene (Plinius), andererseits nach Mazedonien und Thrazien (Galenos, der ihn mit Einkorn vergleicht) und hat sich, obgleich er sich im Mediterrangebiet geringer Beliebtheit erfreute, doch wegen seiner Anspruchslosigkeit bis in spätere Zeit erhalten, z. B. in Griechenland und Thrazien bis ins 14. Jahrhundert.

Heute tritt er im Mittelmeergebiet vollständig zurück; charakteristischerweise — wovon später noch zu sprechen sein wird — wird er dort in einigen Gebirgsgegenden (Ätna, Pyrenäen, Kleinasien) allein noch gebaut (S. 179).

Aus England und Frankreich, wo noch zur Zeit Karls des Großen viel Roggen gebaut wurde, ist seine Kultur fast ganz verschwunden, während er in Mittel- und Nordeuropa bei den Germanen, auch nach dem Zurückweichen der Slawen

das Hauptbrotgetreide geblieben ist. Von hier aus nun erstreckt sich ein ununterbrochenes Anbaugebiet des Roggens bis nach Sibirien hinein.

Botanische Ableitung

Vergleicht man die angebauten Roggensorten miteinander, so fällt, besonders im Vergleich zum Weizen, die große Gleichartigkeit ins Auge; die Unterschiede sind fast durchweg quantitativer Natur oder aber so fließend, daß scharf abgetrennte Rassen sich schwer heraussondern lassen. Darwin sprach den Gedanken aus (S. 266), daß er, als das wenigst wertvolle Getreide, am wenigsten beobachtet worden ist. Die Einförmigkeit hat ihre Hauptursache jedoch sicherlich in der Allogamie des Roggens, die immer wieder durch Fremdbestäubung einen durchschnittlichen Mitteltypus in den Populationen hervorbringt. So ist es begreiflich, daß man beim Roggen stets auf eine monophyletische Abstammung gekommen ist.

Unter den hierfür in Frage kommenden Wildformen wurde bis vor kurzem immer *Secale montanum* Guss. in Erwägung gezogen, und zwar in seiner var. *anatolicum*, der morphologisch der Saatroggen am nächsten steht; alle Erörterungen bis etwa zum Jahre 1917 haben die Frage, wie und wo der Kulturroggen aus Wildroggen hervorgegangen sein könne, wie die abweichenden Eigenschaften zu erklären seien, an diese Wildart geknüpft (hierzu Tab. 24).

Tabelle 24. Die wilden Secalearten

S. montanum Guss.	*S. fragile* M. B.	*S. cereale* L.	*S. africanum* Stapf
2n = 14. 16	2n = 14. 16	2n = 14. 16	2n = (15—16?)
mehrjährig, nach Grossheim eine 1jährige Rasse	1jährig	1jährig; 2jährig; nach Batalin auch perenn.	—
brüchig	brüchig	zäh, halbbr.—br. (afghanicum)	brüchig
Korn klein	klein	mittel bis groß	klein
Marokko, Südspan., Sizilien, Balkanhalbinsel, Kl.-Asien, Persien, Zentralasien, Kaukasus	Saratow, Astrachan, Ural- u. Turgaigebiet, Semiretschie, Syr Darja, Transkaspien, Nordafghanistan	Als Unkraut in Palästina, Syrien, Kl.-Asien, Vorderasien bis Persien, Turkestan, Kaukasus	Kapland
Weizenunkraut in Kleinasien, sonst spontan	Psammophyt. Im Gebirge in Buchara (2000 m hoch); besonders lange Grannen.	Kultiviert und Unkraut	
? ←	Hierher *S. Vavilovi* Grossh.		

Secale anatolicum bildet die östliche Gruppe vom *Secale montanum* s. l., deren westliche Glieder, *montanum* s. str. und *dalmaticum* auf der Balkanhalbinsel und in Thrazien verbreitet, dem Saatweizen morphologisch ferner stehen. *S. anatolicum* ist eine perennierende Pflanze und abgesehen von der Brüchigkeit der Spindel — das alte Problem bei allen Getreiden — war hier die Schwierigkeit zu überbrücken, wie der Übergang vom perennierenden zum einjährigen Typus sich vollzogen haben könnte.

Anbauversuche von Aumüller (1914) in Wien haben gezeigt, daß ebenso wie die Brüchigkeit auch dieses Merkmal in der Kultur unverändert beibehalten wird. Kouprianow (1923) hat *Secale montanum* 4 Jahre lang in Kultur am Leben erhalten. Im dritten Jahre produzierten die Pflanzen bis zu 60 sekundäre Schosse,

so daß sie als Heulieferanten in Frage gezogen wurden. In diesem Zusammenhang ist es von Interesse zu erfahren, daß Batalin (1890) über einen uralten Winterroggen in Stawropol (Gebiet der Donkosaken) berichtet, der teilweise als perennierende Pflanze gebaut wird. Er zieht daraus den Schluß, daß die Neigung zu perennieren dem Roggen überhaupt innewohne. Nach Untersuchungen von Batalin ordnen sich dabei die sekundären Schosse, oft 10 bis 15 an der Zahl, außen am Rande des Wurzelstockes an. Es ist ja bekannt, daß in nassen, warmen Jahren die Roggenstoppel auch bei uns häufig wieder ergrünt. In Stawropol wird dabei gewöhnlich im nächsten Jahre, bei günstigen Bedingungen noch im gleichen Jahre, eine zweite Blüte und Reife erzielt.

Ebenso bedeutungsvoll ist eine Mitteilung von Grossheim (1923). Dieser fand eine einjährige Wildform des Roggens aus der Gruppe *anatolicum* am Mittellauf des Araxes, die er unter dem Namen *Secale Vavilovi* Gr. beschrieb: mit bläulichgrünem Laub, kurzhalmig, kleinährig; ein Psammophyt, der in Höhenlagen zwischen 2000 und 2500 m Höhe vorkommt. Ohne, ihrer morphologischen Stellung wegen, diese Übergangsform in die gerade Entwicklungsreihe von *Secale cereale* aus *Secale montanum* zu setzen, sieht Grossheim sie als einen Seitenzweig an, der sich an bestimmte Lebensformen angepaßt hat. Die Erscheinung ist aber doch höher zu werten; zeigt sie doch, daß gerade der Schritt, den wir auf dem Wege zum Kulturroggen brauchen, der Schritt vom Perennieren zur Einjährigkeit — wenn auch an anderer Stelle — von Natur aus, spontan erfolgt ist. Mit anderen Worten, wir werten ihn zusammen mit der von Batalin erwähnten Erscheinung als ein Beispiel für die Vielförmigkeit der Entfaltungsmöglichkeiten innerhalb der Gattung *Secale*: sowohl Neigung zum Perennieren bei dem sonst einjährigen (winterannuellen) Kulturroggen, als die Fähigkeit zu einjähriger Entwicklung bei Wildsippen, liegen innerhalb der natürlichen Variationsbreite der Gattung. Es wird weiter unten gezeigt, daß auch andere Wild- und Kulturform trennende Merkmale sich ebenso verhalten.

Neben den Berichten über echten Wildroggen — außer *montanum* Guss. ist noch *fragile* M. B. zu nennen,[1]) den Vavilov in 2000 m Höhe auf sandigem Boden in Buchara fand —, stehen andere, in denen vielmehr von verwildertem Roggen die Rede ist. 1884 berichtet A. Regel über die einheimischen und angebauten Kulturpflanzen des Amu-Darja: „Dort wächst der wilde Roggen sehr üppig, nicht angebaut, aber fast so dicht wie angebaut, wird aber nur als Heu geerntet. Er ist stets vergesellschaftet mit der blauen Kornblume." Um welche botanische Form es sich handelt, wird nicht angegeben[2]).

Die allgemeine Annahme war die, daß *Sec. montanum* im westlichen Innerasien, etwa in Turkestan, in Kultur genommen sei und sich von da über die Steppen Rußlands westwärts verbreitet habe. Diese Ansicht ließe sich mit der aus archäologischen Funden und durch die Linguistik festgestellten Verbreitung bei Finnen, Slawen und schließlich Kelten und Germanen wohl vereinen. Ihr trat zum erstenmal T. H. Engelbrecht in einem Aufsatz „Über die Entstehung einiger feldmäßig angebauter Kulturpflanzen" 1916 und „Über die Entstehung des Kulturroggens" 1917 entgegen.

Die Entstehung in Turkestan lehnte er ab, weil der Roggen nie nach Osten, nach China, gekommen ist, wie es für die turkestanische Kultur und ihre Pflanzen sonst bekannt ist. Er macht zum erstenmal darauf aufmerksam, daß *Sec. montanum* heimisch ist in Ländern, in denen nirgends Roggen gebaut wird, so in den Gebirgsländern des Mittelmeers, Griechenland, Serbien, Dalmatien (hier die

1) Diesem steht der genannte *Secale Vavilovi* nahe.
2) Vgl. Anmerkung S. 177.

fernstehenden Varietäten, die für eine Ableitung nicht in Frage kommen), ferner (die var. *anatolica*) in Kleinasien, Syrien, Kurdistan, Armenien und Turkestan[1]), während im Hauptroggenanbaugebiet, dem winterkalten Waldgebiete Europas, Wildroggen nicht vorkommt. Zwischen den Standorten des wilden und dem Anbaugebiet des Kulturroggens aber liege als Schranke der Steppengürtel.

Diese Tatsache weist seiner Meinung nach auf eine Verbreitung aus Kleinasien über das Schwarze Meer unter Umgehung der Balkanhalbinsel. Seine Annahme ist nun die, daß die griechischen Kolonien am Nordrande des Schwarzen Meeres, die einen lebhaften Getreidehandel betrieben, bei ihren Einfuhren mit dem Weizen aus Kleinasien *Secale anatolicum* als Ackerunkraut mitbrachten und verbreiteten. Dieser sei zuerst als Notnahrung an Stelle des Weizens in Kultur genommen und habe da, wo Weizen nicht mehr gedeiht, ihn als Brotkorn ersetzt. So sei er in die Ebenen Südrußlands zwischen 49 und 50° vorgedrungen, wo Weizen nicht gebaut wird, von da westwärts, und etwa zur Zeit des peloponnesischen Krieges zu den Germanen gekommen. (Engelbrecht knüpft daran die Hypothese: in den winterkalten Waldgebieten Europas, wo Weizen und Gerste die Lößebenen, die das Waldgebiet durchsetzen, innehatten, gedieh der Roggen auf den sandigen Flächen des nördlichen Teils nach Rodung der Wälder. Dies führte zu einem Überfluß an Nahrung, zu starker Volksvermehrung und diese mag der Anstoß zur Völkerwanderung geworden sein.)

Der Hypothese von Engelbrecht schlossen sich E. Hahn u. a. an. Gegen ihre zeitlichen Annahmen machte A. Schulz die frühen, hallstattzeitlichen Roggenfunde in Mitteldeutschland geltend. Es sprechen natürlich erst recht gegen sie die bronzezeitlichen Funde, die zweifellos bereits den Kulturroggen zeigen.

Aus dem gleichen Jahr stammt eine Arbeit von Vavilov (B. a. B. 10, 1917; erschienen 1920): Über den Ursprung des kultivierten Roggens, welche denselben Gedanken der Ableitung des Roggens aus dem Unkrautroggen in Weizen vertrat. Doch sei es nicht — wie alle bisherigen Autoren meinten, *Sec. anatolicum*, der hierfür in Frage komme, sondern eine primitive Form von *Secale cereale* mit im allgemeinen zäher Spindel. In großen Mengen und in außerordentlicher Variabilität ist dieser in Anatolien in Weizenkulturen als Unkraut enthalten und geht mit diesen bis nach Persien, Afghanistan, Turkestan[1]), Buchara, Syrien und Palästina. Die früheren Angaben über verwilderten Roggen sind alle hierher zu zählen, da in diesen Gebieten sich ausschließlicher Roggenanbau zu keiner Zeit nachweisen läßt. (So Schulz für Taschkent, S. 74.) Dieser Unkrautroggen unterscheidet sich wenig von dem Kulturroggen — aber außer den uns bekannten Varianten findet sich in Anatolien und den anschließenden Gebieten eine ungeheure Mannigfaltigkeit von Endemismen (Abb. 51). Vgl. hierzu die Verbreitungstabelle D bei Vavilov 1925, S. 78, in welcher 24 Varietäten unterschieden werden. Vorderasien von Kleinasien bis Persien und Armenien ist somit als Ursprungsgebiet und Verbreitungszentrum dieses Unkrautroggens anzusehen. Von dort hat er sich mit dem Weizen (*vulgare*) und der Gerste verbreitet (Abb. 52). Hier findet der Gedanke Engelbrechts Raum, der den Weg nach Europa nicht über Griechenland, sondern über das Schwarze Meer und den Kaukasus nach Südrußland gehen läßt — was insbesondere durch die sprachlichen Bezeichnungen bestätigt wird. Daß das Gebiet des Unkrautroggens auch in alter Zeit den Anbau des Roggens nicht gekannt, folgt aus dem Namen, der in allen südwestasiatischen Sprachen Gras im Weizen, bzw. in der Gerste (choudar, gandam-dar) bedeutet. Die Emanzipation vom Wirtsgetreide, in dem

1) 1925 (Origin. S. 204) erklärt Vavilov Engelbrechts Irrtum: *Secale montanum* Guss. statt *Secale cereale* L. in Turkestan, aus der falschen Bestimmung des turkestanischen Unkrautroggens durch A. Regel.

er sich mit *Centaurea Cyanus* und mit *Agrostemma Githago* verbreitet findet, geschah nun durch natürliche Selektion, die dem Menschen in die Hand arbeitete, in doppelter Richtung. Einmal beim Vordringen in die größeren Höhenlagen im

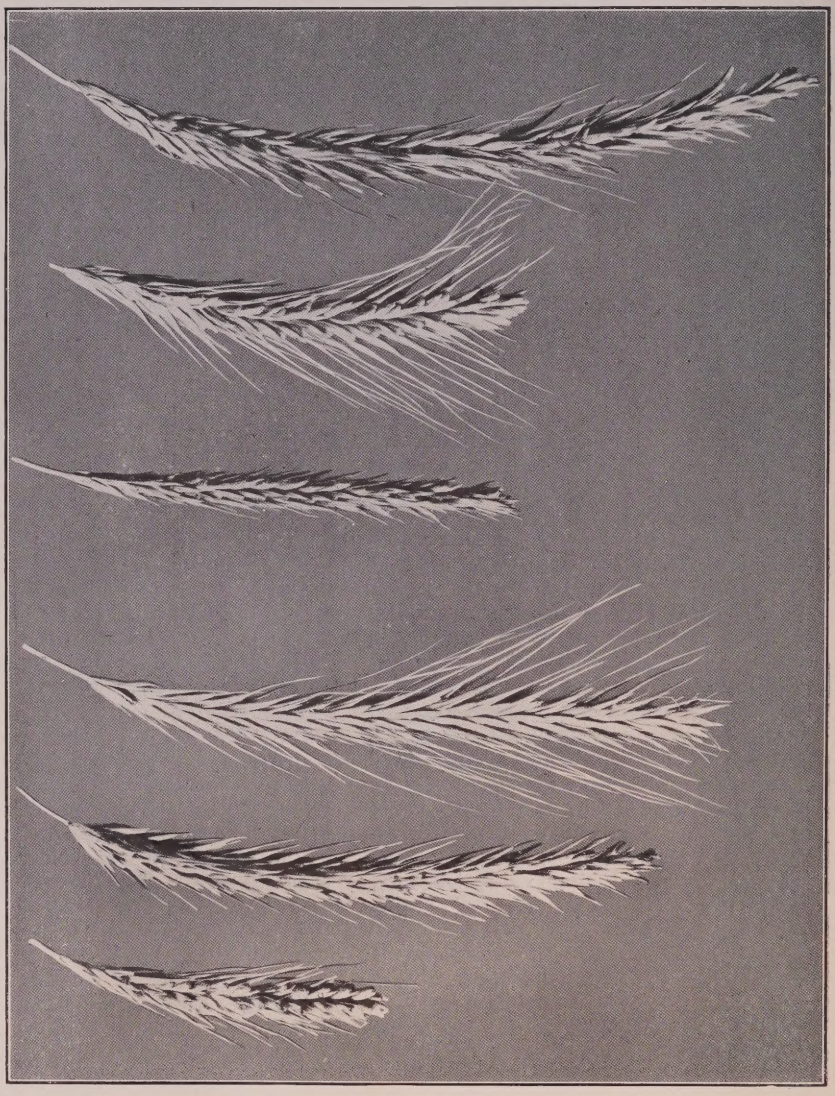


Abb. 51. 6 verschiedene Ährentypen aus kleinasiatischem Unkrautroggen (leg. Baur; aus der Sammlung des Instituts für Vererbungsforschung). Original.

Gebirge, zum andern beim Vordringen in die höheren Breiten bei der Wanderung des Weizens nach Europa. Für das Hinaufsteigen im Gebirge innerhalb des Gebietes, wo der Roggen sonst nur die Rolle des Unkrautes spielt, geben die

Reisenden der letzten Jahrzehnte in Südwestasien wiederholt Belege (Vavilov 1925, Berkner 1927, Baur (nach mündlichen Berichten), Balabajew 1926).

Beispiel von Balabajev nach Vavilov (1925, S. 202) in Turkestan:

Bezirk Djizak Ortschaften in Höhe von	Prozent Roggen in Weizensaat
1138—1448 m	13,3
1860—1886 m	25,0
2439—2535 m	41,7
345— 457 m	3,1
457—1000 m	7,9
350—1535 m	11,9
1535—2330 m	39

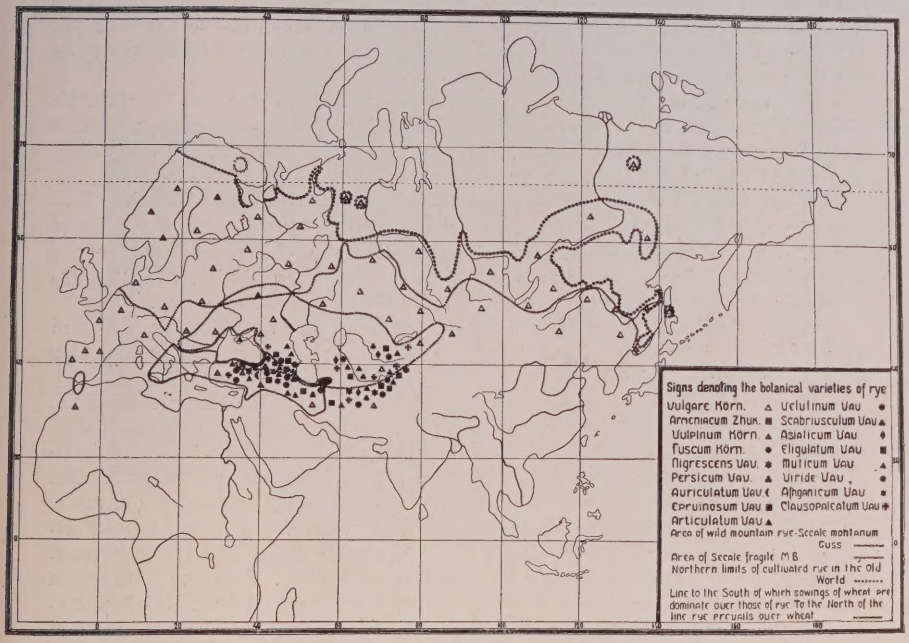


Abb. 52. Verbreitung des Roggens. Nach Vavilov 1927/28.

Überall ist die prozentuale Zunahme des Roggens innerhalb der Weizenfelder beim Ansteigen ins Gebirge zu beobachten, wo Dank seiner größeren Winterhärte einerseits, seiner größeren Anspruchslosigkeit andererseits der Roggen das Feld behauptet. Sie erfolgt in höheren Regionen schneller als in den niedrigen Lagen. Ebenso muß es auch bei dem Vordringen in den Norden gegangen sein. Der Gewöhnung an dies Getreide mag der uralte Brauch, Mischgetreide, meist zusammen mit Leguminosen, zu bauen, entgegengekommen sein, der in minder guten Klimaten und Böden die Überlegenheit des Roggens deutlich werden ließ. So ist es verständlich, daß in all diesen Grenzgebieten, wo Weizen und Roggen in Konkurrenz stehen, sich die Legende wiederfindet: Der Weizen verwandle sich allmählich in Roggen. Das erzählt bereits 1913 Benzin von

den Kirgisen aus Turkestan, wo schwarzer Roggen als Unkraut im Winterweizen oft so überhand nehme, daß die Kirgisen ihn als „schwarzen Weizen" bezeichnen.

Die wenigen prähistorischen Funde und was wir über seine Verbreitung in historischer Zeit wissen, stimmen mit der heutigen Verbreitung wohl überein. Die Engelbrechtsche Anschauung über seine Ansiedelung nördlich des Lößgebietes besteht danach zu Recht.

Neuerdings hat Werth gezeigt (1929), wie die Verbreitung des Roggenbaus klimatisch bedingt ist; das Gebiet vorwiegenden Roggenbaus, zusammen mit Sommerweizen im Westen, Winterweizen im Osten (der Buchengrenze) ist durch eine warme Tagesperiode (10° und mehr) von 3½ Monaten ausgezeichnet, während das reine Weizengebiet südlich davon die Zone mit 6 Monaten Wärmeperiode umfaßt. Innerhalb desselben sind es neben der Winterhärte vor allem die Bodenverhältnisse, welche die Zunahme des Roggenbaues nach den sandigeren Böden hin bedingen (vgl. Engelbrecht). So spielen in der Ausbreitung des Roggens die natürlichen Ausleseprozesse eine ungleich größere Rolle, als in der des Weizens. Die Rolle des Menschen liegt jedenfalls in den Anfängen der Ausbreitung ganz auf dem Gebiet der unbewußten Auslese.

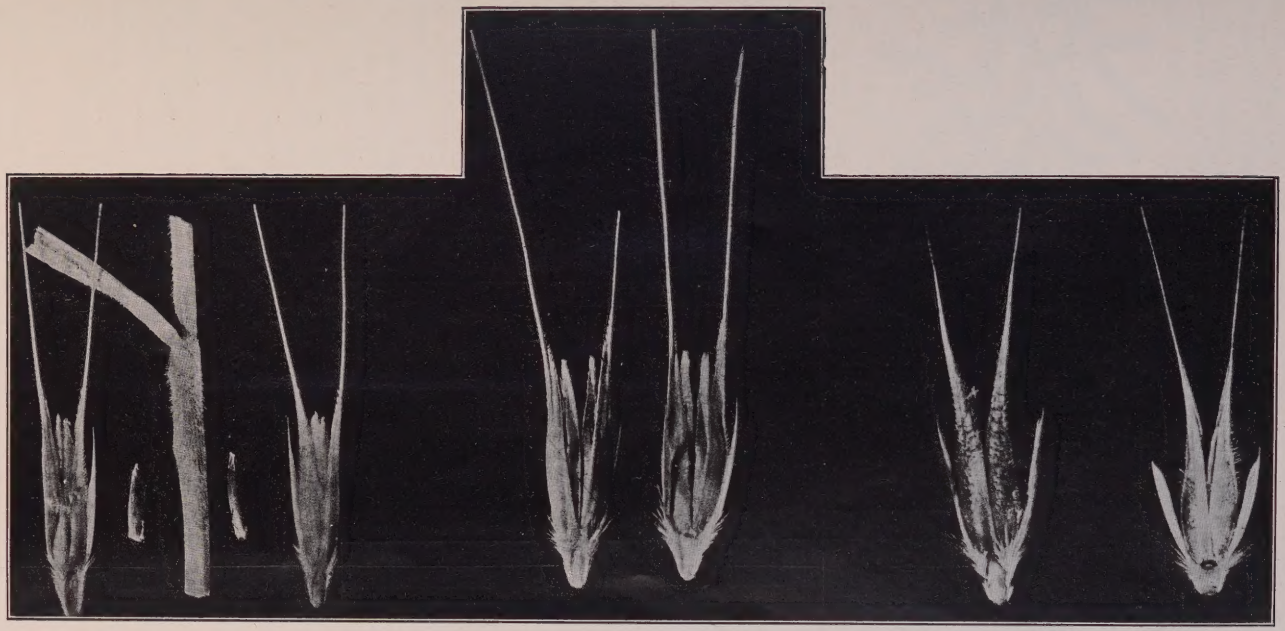
Daß die ersten in Kultur genommenen Formen bei einer seit Urzeiten als Unkraut wachsenden Pflanze in jeder Hinsicht, klimatisch wie auch den Kulturansprüchen und Kulturmethoden bereits angepaßt sein müssen, folgt aus dem, was über Unkräuter überhaupt gesagt worden ist (siehe S. 49).

Wenn aber die von Vavilov ausgearbeitete Hypothese alle Wahrscheinlichkeit für sich hat, so entsteht auch hier wieder die eigentlich phylogenetische Frage, die zurückverschoben ist: Die Ableitung des Unkrautroggens — der bereits kulturfähig und nicht mehr spontan verbreitungsfähig ist, von dem unabhängig von aller Kultur lebens- und verbreitungsfähigen Wildgras.

Wenn nicht *Secale anatolicum* Guss., welches ist dann die wilde Urform? Wir werden bei ihr vor allem wieder die natürlichen Verbreitungsmittel, also eine Form der Spindelbrüchigkeit suchen.

Vavilov beschreibt unter den 24 vorderasiatischen Unkrautroggenvarietäten eine, var. *afghanicum* Vavilov, mit bis zum Grunde brüchiger Spindel; drei weitere sind im oberen Teil der Ähre brüchig. Die erste Form ist in Afghanistan allein gefunden, die anderen weiter nördlich bis zum Kaukasus verbreitet. Ein brüchiger Sommerroggen wurde 1916 in Shugnan (Pamyr) gefunden (Vavilov 1917, Vavilov u. Bukinich 1929; siehe Tab. 25 u. Abb. 53,2). Diese Unkrautroggenformen, also zu *Secale cereale* gehörig, stellen somit einen primitiveren Typ dar, der einer Wildform schon wesentlich nähersteht. An ihrer ganz engen Verwandtschaft zu den zähspindeligen, so eng, wie wir sie bei durch Allele unterschiedenen Kombinanten kennen, ist nicht zu zweifeln. Gleichzeitig sehen wir hier das zweite für die Unterscheidung Wildform—Kulturform wesentliche Merkmal einjährig—mehrjährig innerhalb der natürlichen Variabilität verschiedenartig ausgebildet.

Von besonderer Wichtigkeit ist es deshalb, daß Zhukovsky (1926/27) in Kleinasien im Mäandertal (Lydien) wirklich wildwachsenden Roggen mit völlig brüchiger Spindel fand, der seiner sonstigen morphologischen Eigenschaften wegen ebenfalls zu *Secale cereale* L. nicht zu *anatolicum* zu stellen ist (Abb. 53,3 u. 54). Das Korn ist groß, aber schmal und flach; alle Teile stark behaart (vgl. *Hordeum spontaneum* Koch). Die Standorte „an den niederen südlichen Hängen des Bergrückens Jaila-Dag und im Tal in einem Gebüsch von *Vitex Agnus castus* L. müssen als spontan gelten; anschließend findet er sich als ein Halbunkraut an Sandwegen in Feigenplantagen. Er nennt die Form var. *spontaneum* Zhuk. und reiht sie mit der von Vavilov beschriebenen var. *afghanicum* in eine ssp. *ancestrale* ein.



1 2 3

Abb. 53. Roggenährchentypen. 1. Wildroggen *Secale montanum* Guss. 2. Brüchiger Unkrautroggen aus Shugnan, Pamyr; *Sec. cereale* L. *ancestrale* Zhuk. *afghanicum* Vav. 3. Wildroggen *Sec. cereale ancestrale spontaneum* Zhuk., wild in einem Gebüsch von *Vitex Agnus Castus* L. in Lydien. 1 u. 2 nach Vavilov 1917; 3 nach Zhukovsky 1930.

Somit ist die Reihe hergestellt. Wir kennen eine echte Wildform mit großen eßbaren Körnern, wir kennen Zwischenformen, die als Unkraut z. T. die natürlichen Verbreitungsmittel verloren haben — wir sehen noch heute, wie sie ohne direktes Zutun des Menschen überall da, wo sie ökologisch im Vorteil sind, überhand nehmen, sich der Kultur einfügen, um schließlich als echte Kulturpflanzen andere, ältere zu verdrängen oder zu ersetzen.

Cytologie

Nach Sakamura (1918) und Gotoh (1924) (später Ferrand 1915, Kihara 1924, Emme 1927, 1928, Stählin 1929, Stolze 1925, Belling 1925, Aase u. Powers 1926, Thompson 1926, Longley u. Sando 1930) haben die Roggenrassen entweder (und zwar die meisten) 14 oder (seltener) 16 Chromosomen (Gotoh, Ferrand, Emme), es wird Pollen mit 6 bis 9 Chromosomen gebildet; es muß deshalb angenommen werden, daß entweder Gameten oder Zygoten (schartiger Roggen, Vermutung von Emme) mit abweichenden Chromosomenzahlen nicht lebensfähig sind (Abb. 55). Diese Variabilität in den Chromosomenzahlen findet sich (Emme) ebenso in *Secale montanum* Guss. und *fragile* M. B., so daß die cytologischen Verhältnisse keinen Aufschluß über die phylogenetischen Beziehungen der Arten zueinander geben. Emme sieht hierin vielmehr einen Fall homologer Variabilität. Da die Chromatinmasse in beiden Zahlenrassen die gleiche ist, das achte, überzählige Chromosom (Gotoh nennt es das „spezifische") besonders klein, nimmt Gotoh an, daß es durch Querteilung eines der sieben normalen entstanden ist.

Abb. 54. Wildroggen aus Lydien. *Secale cereale ancestrale spontaneum* Zhuk. Nach Zhukovsky 1930.

Dagegen haben die beiden untersuchten brüchigen und halbbrüchigen Varietäten von *cereale* (beide mit 14 Chromosomen) ein Plus an Chromatin gegenüber den zähspindeligen aufzuweisen, was Emme durch Messung der summierten Chromosomenlängen zu erweisen sucht; diese stehen in folgendem Verhältnis zueinander:

Secale cereale, zähspindelig	195
Secale fragile	
Secale montanum	
Secale cereale, halbbrüchig	225
Secale cereale var. *afghanicum*, brüchig . . .	240

Die cytologischen Untersuchungen haben somit gezeigt, daß die Arten der Gattung *Secale montanum*, *fragile* und *cereale*, sich außerordentlich nahestehen. Das gleiche ist auch aus der Kreuzbarkeit und Fertilität der Bastarde zu folgern. Über fertile Bastarde zwischen *Secale montanum* und *cereale*, bei denen,

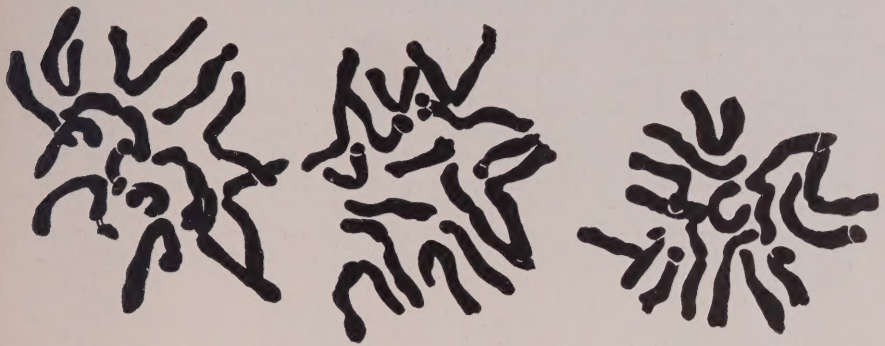


Abb. 55. Kernplatten von *Secale cereale* var. *afghanicum* Vav. mit 14, 15 und 16 Chromosomen. Nach von Emme 1927/28.

wie es scheint, freier Genaustausch stattfindet, berichten Tschermak (1913 und in Fruwirth, 4. Aufl., 1923, S. 140) und Ossent (1930). So ist es sehr wohl möglich, daß die bekannten Zwischenformen ihren Genbestand z. T. einer hybriden Herkunft danken.

Über die fast fließende Reihe gibt nachfolgende Tabelle 25 einen Überblick.

Tab. 25. Übergangsreihe von Wildroggen zu Kulturroggen.

a) *Secale montanum* Guss. (= s. l.)				
Sec. anatolicum	morphologisch. *S. cerale* am nächst. stehend	perenn	brüchig	wild, in Kleinasien auch als Unkraut
Sec. Vavilovi Gr..	z. Gruppe *anatolicum* gehörig	1jährig	brüchig	wild
b) *Secale cereale* L. (= s. l.)				
I. *ssp ancestrale* Zhuk.				
S. c. var. *spontaneum* Zhuk.	—	1jährig	brüchig	wild
S. c. var. *afghanicum* Vav..	—	1jährig	brüchig	Unkraut
S. c. var. *articulatum* Vav..	—	1jährig	brüchig in d. ob. $^2/_3$ d. Äh.	Unkraut
II. *ssp. segetale* Zhuk.				
S. c. var. *asiaticum* Vav.. .	—	1jährig	brüchig in d. ob. $^2/_3$ d. Äh.	Unkraut
S. c. var. subarticulatum Vav.	—	1jährig	brüchig in $^1/_3$ d. Ähre	Unkraut
III. *ssp. cereale* Zkuk.				
S. c. viele Varietäten . . .	—	1jährig	zähspindl.	Unkraut u. i. Gemisch m. Weizen in Kultur
S. c. s. str. Kulturroggen .	—	1jährig	zähspindl.	in Kultur
S. c. s. str. Kulturroggen .	Sippe in Stawropol	perenn	zähspindl.	in Kultur

Seit der Kenntnis der brüchigen Formen von *Secale cereale* als Unkrautroggen, sowie spontan, liegt kein Grund vor, die Wildformen in einer der anderen Arten

zu suchen. Die phylogenetischen Zusammenhänge mit diesen, die weiter zurückliegen, gehören nicht mehr dem spezielleren Gebiet der Kulturpflanzenphylogenie an, sondern allgemein der Botanik.

Zusammenfassend ist zu sagen: Der Roggen ist botanisch abzuleiten von Wildroggen, der zur gleichen Art, *Secale cereale* L., gehört und der heute in verschiedenen Zwischenstufen bekannt ist. Vom Wildroggem führt der Unkrautroggen in die Kulturen hinein: Die Heimat dieses Roggens ist Vorderasien von Anatolien bis Turkestan. Der Roggen als Kulturpflanze gehört zu den sekundären Kulturen, für deren Entstehung er ein klassisches Beispiel liefert. Er hat sich aus diesem Unkraut in Weizen und (seltener) Gerste emanzipiert, indem er dank seiner Anspruchslosigkeit und Widerstandsfähigkeit den Weizen einerseits in höheren Gebirgslagen, andererseits in höheren geographischen Breiten teils ersetzt, teils seine Grenzen überschritten hat.

In *Secale cereale* s. str., dem zumeist gebauten hellährigen Typ des europäischen Kulturroggens hat sich durch Allogamie ein einförmiger Typus herausgebildet.

I D. Hafer

Avena

Hafer: Chevallier 1925. Christie 1912. Coffman u. Quisenberry 1923. Coffman, Parker u. Quisenberry 1925. Crépin 1920, 1925. Davies u. Jones 1926. Emme 1929, 1930. Fedorova 1930. Harlan 1929. Hausknecht 1885, 1892, 1894, 1899. Hoops 1905. Huskins 1926. Ivanov 1930. Kihara 1919. Krause 1911. Malzew 1929. Marquand 1921. Mitrofanova 1927. Moldenhauer 1927. Mordvinkina 1929. Nilsson-Ehle 1921. Nikolajeva 1920. Schegalov 1920. Schulz 1913, 1916, 1918. Stadler 1929. Stanton 1923. Thellung 1911, 1912, 1916, 1928. Trabut 1911, 1914. Tschermak 1918, 1929. Vavilov 1914, 1925. Zade 1914, 1918, 1922.

Fatuoiden: Åkerman 1921. Atwood 1914. Crépin 1927. Florell 1929. Gante 1921. Garber 1922. Garber u. Quisenberry 1923. Goulden 1926. Huskins 1926, 1927a u. b. Huskins u. Fryer 1925. Jones 1927, 1930a u. b. Markvand 1922. Nilsson-Ehle 1907, 1911, 1921. Raum u. Huber 1927. Stanton u. Coffman 1929. Stanton, Coffman u. Wiebe 1921. Surface 1916. Zade 1912. Tschermak 1929.

Geschichte der Kultur

Die phylogenetischen Verhältnisse beim Hafer zeigen einerseits viel Analogie mit denen des Weizens, andererseits mit denen des Roggens; sie können deshalb kurz behandelt werden.

Der Hafer erscheint mit dem Roggen, wie dieser dem semitischen und indischen Kulturkreis fehlend, in Mitteleuropa erst in der Bronzezeit in Kultur. In Pfahlbauten ist er nachgewiesen (letzte Zusammenstellung bei Neuweiler 1924) in Montelier, Petersinsel (Bieler See) und Möhrigen (*Avena fatua* gleichfalls aus der Bronzezeit in Möhrigen und am Alpenquai in Zürich); ebenso für die Bronzezeit von Sara u w für Dänemark. Mit Hoops ist deshalb wohl anzunehmen, daß er in jener Zeit aus dem Osten nach Mitteleuropa eindrang und sich im Gebiet stark ausbreitete; bei Kelten, Germanen, Slawen — auch bei den Basken — wird er viel gebaut. Die Römer lernten ihn durch Vermittlung der Kelten und Germanen kennen; doch berichtet Galenos, daß er im 2. Jahrhundert n. Chr. auch in Kleinasien als Pferdefutter angebaut wurde. (Wohl durch Völkerbewegungen zu erklären, siehe bei Weizen.)

Systematik

de Candolle (1882) sah den Hafer (die Arten *A. sativa* — *A. strigosa* — *A. orientalis* umfassend) als monophyletisch an: er nahm an, „daß sie von einer einzigen prähistorischen Form abstammen, deren Vaterland das gemäßigte Ost-

europa und die Tatarei war" (S. 475). THELLUNG (1911) kommt nach gründlicher systematischer morphologisch-geographischer Bearbeitung der Gattung zu der Überzeugung, daß der Hafer polyphyletisch ist und gibt für die Wild- und Saathaferarten (*Agrestes* und *Sativae* nach COSSON) und ihren phylogenetischen Zusammenhang die folgende Tabelle, die in etwas veränderter Form unter Zusatz der Chromosomenzahlen und der geographischen Verbreitung wiedergegeben

Abb. 56. *Avena*-Ährchentypen. Nach ZADE 1918.
1. *Avena sterilis* L. 2. *A. byzantina* KOCH. 3. *A. barbata* POTT. 4. *A. strigosa* SCHREB. 5. *A. brevis* ROTH. 6. *A. fatua* L. 7. *A. sativa* L.

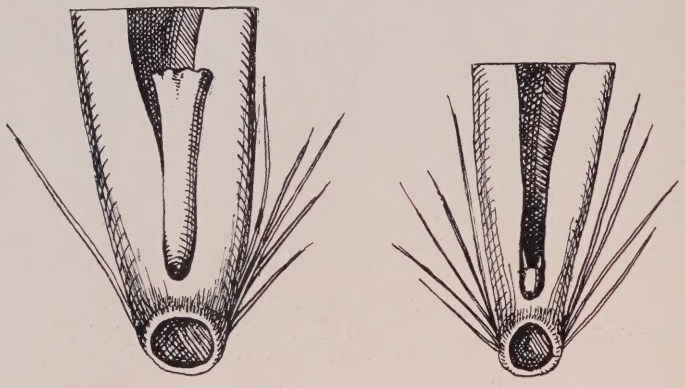
wird (nach THELLUNG 1911 u. 1918); Chromosomenzahlen nach KIHARA und (in Klammer) NICOLAJEWA (hierzu Tab. 26 u. Abb. 56). Diese Auffassung hat sich SCHULZ zu eigen gemacht. Entsprechend dem, was für den SCHULZschen Weizenstammbaum galt, konnte THELLUNG (1918) für seine Gültigkeit anführen:

1. Die Kreuzbarkeit, die, wie wir heute wissen, analog der bei *Triticum* in erster Linie von der Chromosomenzahl abhängig ist (TSCHERMAK 1914, SHEGALOW 1920); die beiden hexaploiden Reihen lassen sich unbeschränkt miteinander kreuzen; nach THELLUNG kommen auch natürliche Bastarde zwischen den beiden

Tabelle 26. *Avena* im Anschluß an Thellung 1918

	Conformes			Biformes
	Wüsten Nord-Afrikas und Arabiens	Ganzes Mittelmeergebiet von Portugal bis Persien; Bretagne	Europa, Nordafrika, gemäßigtes Asien	Mittelmeer bis Zentralasien
Agrestes Cosson	*Wiestii* Steudel	*barbata* Pott. 7 14	*fatua* L.	*sterilis* L.
Chr. n. Kihara	—	7 14	21	21
In Klammer nach Nikolajewa	—	(16)	(24)	(22) (*Ludoviciana* D.) (22)
Sativae Coss. . . .	*abyssinica* C. Hochst.	*strigosa* Schreb.	*sativa* L.	*byzantina* C. Koch
	—	7 (7)	21 (24)	21 (22)
	—	inkl. *brevis* Roth (7)	inkl. *orientalis* Schr.	
Nudae	—	*nuda biaristata* (7) *A. clauda pilosa* (7)	*nuda inermis* (24)	*nuda* (22)

Wildformen *sterilis* und *fatua* vor. Neuere Kreuzungen ihrer Kulturformen (z. B. Red Rustproof) spielen eine Rolle in der amerikanischen Züchtung auf Immunität (Coffman, Parker a. Quisenberry 1925). Über neue Reihenbastarde



a b

Abb. 57. Artikulationstypen bei *Avena*. *a*) *fatua*-Typus. *b*) *sterilis*-Typus. Frei nach Coffmann, Parker u. Quisenberry 1925.

und ihre cytologische Untersuchung siehe besonders Emme (1929a), Nishiyama (1929); zusammenfassendes Referat auch der Arbeiten vom allrussischen Pflanzenzüchterkongreß[1]) bei Emme (1929b).

1) Die mir bisher nicht zugänglich waren.

2. Pflanzengeographie — hierzu die oberste Reihe in Tab. 26 u. S. 188.

3. Serologie. Hafer ist das zweite Hauptobjekt (nächst Weizen), an dem ZADE seine serologischen Resultate gewonnen hat; sie stimmen mit den morphologischen und geographischen sehr gut überein, siehe unter Methoden S. 15 bis 17 und Abb. 1 und 2.

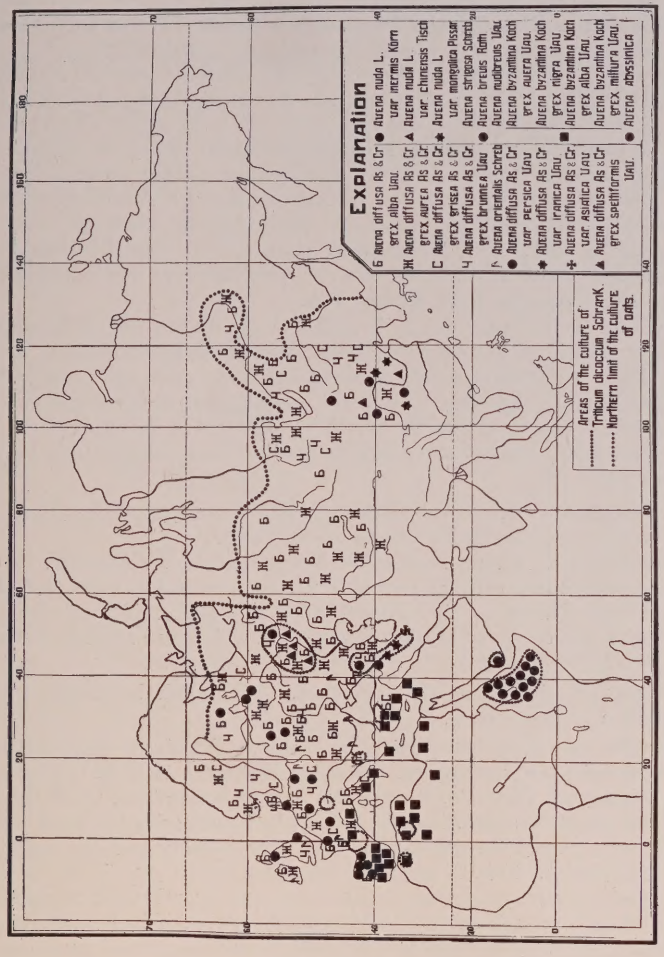


Abb. 58. Verbreitung des Hafers, gleichzeitig die Beziehungen zu Emmer zeigend. Nach VAVILOV 1927/28.

4. Immunität. VAVILOV (1914, 1918) prüfte die Empfindlichkeit gegenüber *Erysiphe, Ustilago, Puccinia graminis* und *P. coronifera*. Die diploide Gruppe, *strigosa, brevis, nuda biaristata* und die pflanzengeographisch isolierte Gruppe *byzantina* sind im Gegensatz zu allen anderen, bei denen nur vereinzelte stärker resistente Rassen vorkommen, immun gegen *Ustilago avenae, Puccinia coronifera* und *Erysiphe graminis*; von *strigosa* gibt es auch empfängliche Sippen, ebenso nach späteren Arbeiten (1925) auch von *byzantina*. Die Wildformen *A. fatua* und *sterilis* verhalten sich wie die entsprechenden Kulturformen.

Als 5. kann die von KIHARA entdeckte Polyploidie, die ganz den Verhältnissen bei *Triticum* entspricht, angeführt werden (1918). Die zuerst von NICOLAJEWA gefundenen etwas abweichenden Zahlen sind von späteren Untersuchern nicht bestätigt worden.

Ähnlich Weizen zeigt Hafer Habitusunterschiede, die mit der Erhöhung der Chromosomenzahl parallel gehen; sie ist auch für die stärkere Variabilität der hexaploiden Formen in Anspruch genommen worden. Weltwirtschaftlich sind nur diese bedeutsam geworden — und zwar *sativa* in höherem Maße als *byzantina*. Immerhin wird die Erkenntnis, daß es innerhalb *byzantina* immune Sippen gibt, in der Züchtung, soweit klimatisch möglich, durch Einkreuzung dieser Gruppe sich weiter formbildend geltend machen (COFFMAN u. a. 1925, STANTON 1927).

Abb. 57 zeigt die Unterschiede in der Artikulation, durch die sich die *fatua*- und die *sterilis*-Reihe (*conformes* Coss. und *biformes* Coss.) voneinander unterscheiden. Zur Frage der natürlichen Variabilität ist das Vorkommen der verschiedenen Artikulationsformen innerhalb einer Gattung auch bei *Avena* von Interesse (vgl. S. 150). Aus *A. byzantina* stammen die mediterranen Sorten: roter algerischer Hafer u. a., sowie die in Amerika weit verbreiteten Sorten *Red Rustproof*, *Fulghum*, *Burt*, *Kanota* u. a.

Damit war der Gedanke der Polyphylie von *Avena* endgültig festgelegt. VAVILOV (1925) brachte auf dieser Linie wesentliche Erweiterungen und Vertiefungen durch Anwendung seiner Genzentrentheorie auch auf *Avena*. Indem er die chinesischen Nackthafer, die sich den europäischen *sativa*-Hafern als genetisch verwandt erwiesen hatten (SURFACE u. ZINN 1917), pflanzengeographisch von diesen abtrennt, kommt er zu fünf geographischen Gruppen mit folgenden Genzentren (Abb. 58).

I. *A. byzantina* — *A. sterilis*: Küsten des Mittelmeers, besonders Nordafrika.
II. *Avena abyssinica* und Verwandte: Abessinien.
III. *Avena strigosa*, *brevis*, *nudibrevis*: Nordwest und Westeuropa.
IV. *Avena sativa* und *orientalis* — über Europa und Asien verbreitet (Transkaukasien, China) —, ein Zentrum hat sich bisher nicht feststellen lassen.
V. *Avena nuda*, der großkörnige Nackthafer, China und südlich anstoßende Distrikte.

Wie oben gezeigt, sind diese Gruppen u. a. auch durch besondere Immunitätsverhältnisse ausgezeichnet.

Als letzter hat MALZEW (1929) die Sektion *Eu-Avena* auf Grund des russischen Materials bearbeitet und ein neues System mit Hilfe von Cytologie, Genetik, Immunität, Ökologie, Geographie u. a. m. aufgestellt, worin die Cytologie die führende Rolle spielt. Parallel mit der Steigerung der Chromosomenzahl ist der Habitus ganzer Gruppen verändert, die Polymorphie gesteigert, ihre Ökologie umgestaltet. Tab. 27 zeigt das Resultat.

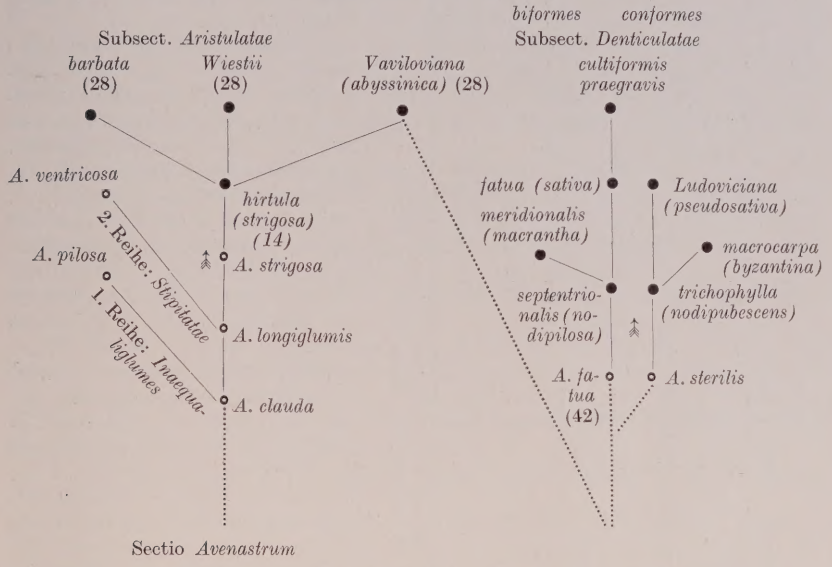
Zu der *strigosa*-Gruppe bringt EMME (1930) auf Grund neuer russischer Arbeiten (allruss. Pflanzenzüchterkongreß Mordvinkina u. a.) noch folgende wichtige Ergänzungen: *barbata* wird aufgeteilt in zwei Formen:

hirtula LAG., diploide Wildform, lokalisiert in Portugal, führt mit allen Übergangsformen (Mutation? und Kombination?) zur ssp. *strigosa* (cult) und ihrem Stamm prol. *brevis* → *nudibrevis*. An *barbata*, tetraploide Wildform, dagegen, die ein weit größeres Verbreitungsgebiet hat (Spanien — mediterran bis Persien) schließt sich keine Kulturform an.

Ebenso steht als Wildform vor *abyssinica*, mit ihr durch alle Übergänge verbunden, *A. Vaviloviana*, beide tetraploid; während sich an *Wiestii* keine Kulturform anschließt (cytologisch noch nicht bestimmt!).

Für die ganze Sektion kommt Malzew zu folgender phylogenetischer Vorstellung: Die Sektion ist diphyletisch. Das Entstehungszentrum der di- und tetraploiden *Aristulatae* ist, anschließend an die Sectio *Avenastrum* im westlichen Mittelmeergebiet zu suchen. Die hexaploiden *Denticulatae* bilden zwei parallele Reihen *fatua* und *sterilis*; ihr Entstehungszentrum wird in Zentralasien gesucht (Begründung steht noch aus). Zwischen beiden vermittelnd steht die ebenfalls tetraploide Gruppe *Vaviloviana → abyssinica*; hierzu folgendes Schema:

Stammbaum der Section *Euavena* aus Malzew (1929) S. 149.



Sectio *Avenastrum*

In Klammern: kultivierte Unterarten und Chromosomenzahlen.

Zu dieser Klärung des Formenreichtums kommt nun als wichtigster Gedanke in der Vavilovschen Darstellung (1925) die Ableitung der Kulturhafer aus Unkraut. In gleicher Weise, wie der Roggen, ist der Hafer eine sekundäre Kulturpflanze, der auf dem Umwege über die Emmerkultur, durch und mit dieser in die großen Weltkulturen Eingang gefunden hat. Neben Emmer kommt wahrscheinlich auch Einkorn in Bulgarien, Kaukasus, Pyrenäen und in manchen Gegenden (Sibirien, Transkaukasien) Gerste in Frage.

Diese Folgerung wurde gezogen auf Grund einer Untersuchung von rund 100 Emmerproben, zum großen Teil aus Gegenden, die selbst Hafer gar nicht anbauen. Das ganze große Formengemisch von Hafer, weit über das hinausgehend, was als Hafer angebaut wird, findet sich (ebenso wie beim Unkrautroggen) in diesen Unkrautsippen. Die Übernahme in die Kultur wird ebenso begründet wie beim Roggen (Origin S. 209—215). Hafer tritt wie dieser spät, als die primären Kulturen schon fest begründet sind (Bronzezeit) und gleichzeitig an verschiedenen Stellen in Kultur (vgl. dagegen *Tr. monococcum* S. 88. Im Vergleich zum Roggen ist das Problem der Formbildung dadurch kompliziert, daß der Hafer selbst polyphyletisch ist, daß also in verschiedenen Gegenden des alten, ursprünglich einheitlich zusammenhängenden Emmergebietes verschiedene Avenaarten (*hirtula, Vaviloviana, fatua, sterilis*) durch den Prozeß der unbe-

wußten Auslese — der Anpassung an die Kulturbedingungen, denen der Emmer unterworfen wurde, zum „Kulturgetreide" umgeprägt wurden. Die dann folgende Verdrängung und Überflügelung der Mutterkulturen durch den nun bereits „Kulturform" darstellenden Hafer vollzieht sich wie beim Roggen.

Bezüglich der eigentlich phylogenetischen Frage: des Anschlusses an die betreffende Wildform vertreten wir auch hier den auf S. 26 begründeten Standpunkt. Vavilov sieht *A. fatua* L., *A. Ludoviciana* Dur. (= *sterilis* L.), *A. sativa* L. und *A. nuda* L. als eine genetische Gruppe an, in der er die beiden Wildformen — die sich mit *sativa*-Formen zusammen, vielfach im gleichen Gebiet als Unkraut finden — als gleichberechtigte systematische Einheiten (Arten) neben die Kulturformen stellt. Sie stehen zu ihnen „in derselben Beziehung wie *Hordeum spontaneum* zu *Hordeum sativum*" (S. 176). Uns scheint dagegen, daß die Beziehung *fatua* → *sativa* → *nuda* sowie *sterilis* — *byzantina* mit voller Berechtigung sowohl auf pflanzengeographischer als genetischer Grundlage in der Linie Aszendenz—Deszendenz gesehen werden muß, genau so, wie es für die Gruppen *Vaviloviana* → *abyssinica* und *hirtula* → *strigosa* → *brevis* → *nudibrevis* Emme zum Ausdruck bringt (1930).

Ähnlich wie beim Weizen ist beim Hafer das Problem der Fatuoiden phylogenetisch wichtig geworden. Die Tatsachen entsprechen weitgehend dem, was für Speltoiden angegeben: In reinen Linien von Hafer treten häufig Individuen auf, die in ihrem Typus eine Zwischenstellung zwischen Kulturweizen und *A. fatua* einnehmen. Sie erweisen sich als Heterozygoten, die bei Selbstung in Normale, Heterozygoten und

Tabelle 27. Schema der cytologischen Beziehungen der Arten der Sektion *Euavena*
Nach A. J. Malzew, Bull. appl. Bot. 20, 1929, S. 146.

	Subsectio: *Aristulatae*						Subsectio: *Denticulatae*							
	Inaequiglumes	*Stipitatae*	*Eubarbatae*				6x = 42						6x = 42	
	2x = 14	2x = 14	2x = 14			4x = 28								
Nudae .			*nuda*											
			↑											
Sativae .			*strigosa* incl. *brevis*											
			↑											
			hirtula	*barbata*	*Wiestii*	*Vaviloviana*	*septentrionalis*	*meridionalis*	*fatua*	*cultiformis*	*praegravis*	*grandiuscula*		*denudata*
						↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑		
Agrestes .	2. *A. pilosa*	4. *A. ventricosa*				*abyssinica*	*nodipilosa*	*macrantha*	*sativa*	*praegravis*	*cultiformis*	*pseudosativa*	*Ludoviciana*	*byzantina*
	↑	↑				↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑
	1. *A. clauda*	3. *A. longiglumis*	5. *A. strigosa*				*decorticata*	*nudata*	*chinensis*	*fatua*	*cultiformis*	*grandiuscula*	*pseudosativa*	*trichophylla*	*nodipubescens*	*macrocarpa*
							6. *A. fatua*						7. *A. sterilis*	

Fatuoidhomozygoten, charakterisiert durch Artikulation, Behaarung und Begrannung, im Verhältnis 1 : 2 : 1 oder nahe so aufspalten. Zuerst eingehend von Nilsson-Ehle untersucht, sind sie seither vielfach beschrieben und neuerdings von Huskins cytologisch untersucht (1925, 1927). Sehr vollständige Zusammenstellung der Literatur und der bis dahin beobachteten Fälle geben Stanton, Coffman and Wiebe (1926), Huskins (1927), Jones (1930).

Nilsson-Ehle deutete sie zuerst 1911 als Faktormutanten, die durch Wegfall eines Hemmungsfaktors für Begrannung und Kulturtypus (Artikulation und Basis) entstehen. Der Faktor beherrscht einen ganzen Komplex von Eigenschaften, ist also pleiotrop, die Spaltung daher monohybrid. Dieser Deutung schlossen sich die meisten Forscher an. Eine zweite Deutung wurde von Zade gegeben und ist noch neuerdings sehr nachdrücklich von Crépin (1927), Thellung (1928) und Tschermak (1929) verteidigt, wonach diese Wildformen (engl. false wild oats) auf Spontankreuzungen mit *Avena fatua* zurückgehen, die eventuell weiter zurückliegen.

Gegen diese zweite Deutung sprechen folgende Tatsachen.

1. Die Fatuoiden wiederholen in allen Eigenschaften außer denen des Komplexes den Muttertypus (zuerst N. E. 1911) (Abb. 59). Bastarde *sativa* × *fatua* zeigen zwar auch absolute Koppelung des Komplexes (Tschermak bifaktoriell 1911, 1918), spalten aber frei für alle anderen Merkmale, wie Kornform, Rispentypus, Ligula (Garber 1922, Surface 1916, Jones 1930, Zade 1912, Crépin 1927).

2. *Avena fatua* ist gekennzeichnet durch Keimverzug (Atwood 1914). Die Fatuoiden keimen wie ihre Muttersippe. In Kreuzungen *sativa* × *fatua* verhält sich Keimverzug rezessiv mendelnd (Stanton, Coffman a. Wiebe 1921); in F_2 zeigt sich eine starke positive Korrelation zwischen Wildartikulation und Keimverzug (Garber a. Quisenberry 1923).

3. Den Fatuoiden fehlt die Rückenbehaarung des Kornes, die für *fatua* charakteristisch ist.

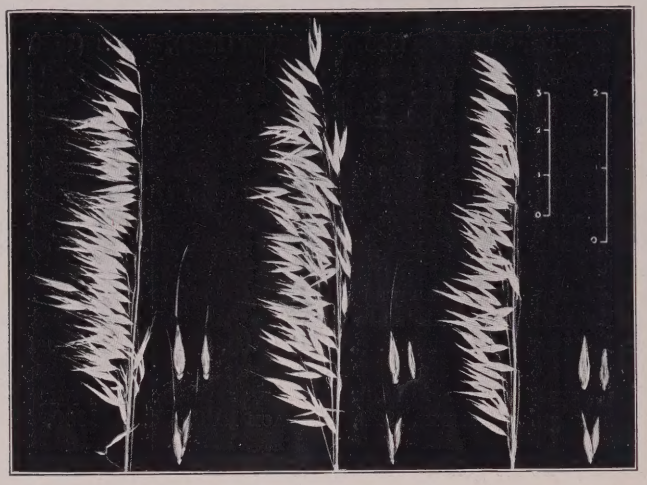
Eine Deutung aus Kreuzung mit *fatua* muß also abgelehnt werden. Dagegen tritt Huskins (1925, 1927) auf Grund seiner cytologischen Untersuchungen für die gleiche Deutung ein, die Winge für Speltoiden gegeben hat: nämlich Entstehung durch Chromosomenaberration. Neben 42chromosomigen, bei denen das Verhältnis 1 : 2 : 1 resultiert, fand er auch die anderen bei Speltoiden bekannten Aufspaltungsmodi und entsprechend Chromosomenverminderung bzw. -vermehrung (41, 42, 43, 44; A-, B-, C- und D-Reihen).

So betragen die Chromosomenzahlen in Abb. 59a—c: von links nach rechts:

	in *a*	in *b*	in *c*	
Fatuoidhomozygot	42	40	42	Chrom.
Fatuoidheterozygot	42	41	42	„
Normalhomozygot	42	42	42	„

Jones (1930) macht auf Schwierigkeiten aufmerksam, die sich der strengen Durchführung der Aberrationstheorie entgegenstellen. Sie setzt nämlich voraus, daß das B- und C-Chromosom — und zwar aller Sippen, die Fatuoiden erzeugen, selbst das von *sativa* gegenüber *sterilis* — sich nur in den (3) den Fatuoidkomplex aufbauenden Faktoren unterscheiden, was sehr unwahrscheinlich sei. Dazu kommen weitere Beobachtungen von Jones über Zwischenformen, denen zufolge sich weitere ähnlich komplex wirkende „Mutationen" „*sub-fatuoid*" und „stark begrannt" zu *fatuoid* und untereinander als Allele verhalten. Er stellt daher eine modifizierte Mutationshypothese auf, die innerhalb der 42chromosomigen Mutanten Genmutation an Stelle der Aberration setzt und nur bei Huskins B-Reihe mit Chromosomenverlust rechnet.

In letzter Zeit mehren sich die Beobachtungen über das Auftreten sterioider neben fatuoiden Formen. Hierzu sind Beiträge von Huskins (1929) und Jones (1930) geliefert. Sie sind wichtig für die verwandtschaftlichen Bezie-



a

b

Abb. 59 a u. b. Fatuoiden. Nach Huskins 1927.
a) aus Douglas Haig. *b*) aus Victory.

hungen der beiden Reihen zueinander. Die Arbeiten, die erst im Anfangsstadium stehen, weisen darauf hin, daß in der *fatua*- und der *sterilis*-Reihe zwei parallele Entwicklungsreihen vorliegen, an deren Anfang etwa eine Kreuzung AB × CD oder AB × AC erst einen tetraploiden (unreduzierten) Gameten und durch diesen aus Rückkreuzung den hexaploiden, zunächst noch heterozygoten Bastard liefern

würde. Durch Umgruppierung und Ausschaltung univalenter partnerloser Chromosomen sollten in der Hauptsache gleiche, in Einzelgliedern differente Chromosomen entstehen, wie sie sich durch die Erscheinung der Fatuoid-Mutationen heute ad oculos demonstrieren.

Die wichtigsten Resultate, die sich aus den Fatuoiduntersuchungen für die Phylogenie ergeben, sind einerseits die Übereinstimmung im Gengehalt von *A. fatua* und *sativa*, andererseits die sehr enge Beziehung, die zwischen den beiden hexaploiden Reihen, der *fatua*- und der *sterilis*-Reihe besteht. Huskins hat in seinem vergleichenden Bericht über die Fatuoiden und Speltoiden auf dem 5. Int. Kongreß die Ursache der Labilität dieser „artunterscheidenden" Gene in der „polyploiden Natur" und diese wieder in ihrem hybriden Ursprung gesehen. „Wenn sie hybriden Ursprungs sind und nur konstant, weil Bastardierung von Polyploidie

c

Abb. 59 c. Fatuoiden. Nach Huskins 1927, *c*) aus Kanota.

gefolgt war, so muß jede Unregelmäßigkeit im Chromosomenbestand Formen hervorbringen, die in gewissem Sinne anderen verwandten Spezies ähneln."

Bei *vulgare—Spelta* zeigt sich dies im Herausspalten der *subcompactum*- und anderer Typen; bei *Avena* in dem Auftreten steriloider Typen in der *fatua-sativa*—Reihe und umgekehrt.

Über die Deutung der Erscheinungen ist, wie man sieht, noch nicht das letzte Wort gesprochen.

Über Sortenbildung siehe S. 19, Kap. 1.

I E. Mais

Zea Mays L.

Mais: Ascherson 1880. Blaringhem 1908, 1924. Bohutinski 1914. Brink 1928. de Candolle 1882. Carrier 1923. Collins 1909, 1912, 1918, 1919, 1921, 1923, 1925. Collins u. Kempton 1914, 1920. Costantin 1925. Emerson 1929. Emerson u. Beadle 1930. Fisk 1925, 1927. Gernert 1912. Goebel 1910. Graebner 1912. Harshberger 1896, 1901. St. Hilaire 1829. Hitschcock 1922. Iltis 1911. Jones 1924. Kempton 1919, 1921, 1924. Kiesselbach u. Petersen 1925. Knowlton 1919a u. b. Kuleshow

1928, 1929. Kuleshow u. Savrogne 1927. Kuwada 1919, 1925. Lacy 1913. Longley 1924. Mumm 1929. Penzig 1885. Randolph u. McClintock 1926. Schweinfurth 1904, 1922. Schumann 1904. Weatherwax 1918, 1923. Wittmack 1879, 1886, 1888.

Geschichte

Die neue Welt lieferte als Weltgetreide einzig den Mais *Zea Mays* L., den die Indianer von Peru bis Kanada bei Eintreffen der Europäer in Kultur hatten: er war demnach an sehr verschiedene Böden und Klimate angepaßt und nach der heutigen Verbreitung der Varietäten zu urteilen, müssen auch damals bereits sehr verschiedene Varietäten bestanden haben — mit langer und kurzer Vegetationsdauer (90 Tage in Südkanada, 5 Monate im Süden), Stärke- und Zuckermais, hohe und zwergige Formen (siehe Zusammenstellung der 1. Berichte bei Carrier 1923; dort auch einiges über die Rolle, die er in Sitten und Gebräuchen der Indianer spielte, was auf ein hohes Alter der Kultur hinweist).

Im Gegensatz zur Kartoffel hat sich der Mais mit außerordentlicher Schnelligkeit in der alten Welt ausgebreitet. Schweinfurth (1904 und 1922) berichtet über die wichtigsten Etappen und die Dokumente dafür. 1493 brachte Columbus von seiner 1. Fahrt Mais mit; 1525 ist er nach Oviedo in Andalusien bereits in ausgedehnter Kultur feldmäßig gebaut. In wenigen Dezennien hat er sich über Südeuropa und den nahen Orient ausgebreitet, wahrscheinlich über das den Venezianern gehörige Candia nach Kleinasien. 1518 stellt Burgkmair den heiligen Johannis auf Patmos mit zwei Maispflanzen dar; er muß ihn von Italien gekannt haben. Das älteste Herbarexemplar — abgesehen von den den peruvianischen Naturmumien beigegebenen Maiskolben — findet sich im Herbar des Cibo (1532) in Rom; ein weiteres bei Aldrovandi (1551); beide aus Oberitalien. Die gewöhnlich als älteste genannte Beschreibung bei Ruellius als „*turcicum frumentum*“ deutet Schweinfurth auf Fagopyrum, dagegen stellt die Abbildung bei Fuchs (1542), welche dieselbe Bezeichnung führt, unzweifelhaft Mais dar. 1574 sah Rauwolf bei Birra am Euphrat „ganze Felder voll mit türkischem Korn, Sesam und Baumwolle“; in seinem Herbar in Leyden befindet sich ein Exemplar mit der Inschrift „Birra: frumentum indicum Mays dictum“.

Der Mais kam also nach West- und Mitteleuropa durch Vermittlung des nahen Orients und man hatte seine Herkunft vergessen. Erst Camerarius macht wieder darauf aufmerksam, daß er aus Amerika stammen müsse. Zunächst als Gartenpflanze kultiviert, wird er erst im 17. Jahrhundert im großen in Feldkultur genommen und wird heute in ganz Asien und Afrika, in Süd- und Mitteleuropa gebaut. Schweinfurth fand ihn 1870 selbst im innersten Zentralafrika bei den Negern in Kultur.

Systematische Stellung und Abstammung.

In wildem Zustande ist der Mais nicht bekannt. Sein Kolben, gänzlich ungeeignet für spontane Verbreitung, ist unter den Gramineen einzig dastehend. Man hat ihn teils vergleichend morphologisch (Penzig 1885, Schumann 1904), teils entwicklungsgeschichtlich (Goebel 1910) zu verstehen gesucht. Gleichzeitig glaubte man auf diesem Wege die Abstammungsfrage zu lösen.

Morphologisch steht dem Mais unter den Andropogoneen die Gattung *Euchlaena* Schrad. am nächsten, beide zum Tribus der *Tripsaceae* gehörig. *Euchlaena* ist durch zwei Arten vertreten:

Euchlaena mexicana Schrad., die gleichfalls in Kultur genommen ist, die Teosinte, und

Euchlaena perennis, die 1910 von Hitchcock (Collins 1921) wild in Guatemala gefunden wurde.

Teosinte ist in Mexiko so vielförmig, daß es, wie Collins sagt, „schwer ist zu entscheiden, ob alle die verschiedenen Formen von Teosinte von ein und derselben wilden Art abstammen“ (Collins a. Kempton 1920).

Die Unterschiede zwischen beiden Gattungen, die in Mexiko stark frei verbastardieren, bezüglich der Infloreszenz sind groß:

Euchlaena	*Zea*
alle primären Achsen enden in einen ♂ Blütenstand,	die primären Achsen enden nie in einen ♂ Blütenstand
♂ Blüten zu zwei,	♂ Blüten zu zwei,
♀ Blüten einzeln,	♀ Blüten zu zwei in einer Alveole.
Körner daher stets in 2 Reihen,	Körner daher stets in 2n Reihen, kleinste Reihenzahl 8,
Blätter hängend,	Blätter aufrecht,
stark bestockt,	schwach bestockt.

Es galt nun, den Blüten- und Fruchtstand des Maises aus dem der nächstverwandten Gräser zu verstehen, abzuleiten. Hierfür kommen zwei Auffassungen in Betracht:

Nach der einen ist der Maiskolben als eine Fasziation anzusehen (Harsberger 1896, Penzig 1885, Schumann 1904, Blaringhem 1908) entstanden durch die Verwachsung der Seitenäste einer rispigen Infloreszenz, deren ursprünglicher Typus in den freien zweizeiligen ♂ Rispenästen gegeben ist, mit der Hauptachse bei gleichzeitiger Verkürzung (und evtl. Drehung). Diese Erscheinung wird nach Analogie anderer bekannter Fälle von Fasziation als Mutation gedeutet — der Mais als durch Mutation aus *Euchlaena* hervorgegangen aufgefaßt. So bei Schumann 1904: „Der Mais ist eine erblich fixierte teratologische Abwandlung der Teosinte“. Häufig beobachtete erbliche Mißbildungen würden Zwischenstufen dieser beiden Extremformen repräsentieren. Zuerst von Belhomme als var. *androgyna* beschriebene, später von Graebner (1912) näher geprüfte Formen, bei denen in den ♂ Blütenständen ♀ Blüten in ± großer Anzahl gebildet werden, können bei dieser Auffassung als atavistische Rückschläge angesehen werden. Mit zunehmender Anzahl der ♀ Blüten macht sich eine Tendenz zur Verwachsung der Blütenstandsachsen (Rispenäste) geltend, die zu kolbenähnlichen bis kolbig gut ausgebildeten Fruchtständen führt, die am Ende oder seitlich ♂ Rispenäste tragen. Mit derselben Berechtigung bezeichnet Gernert (1912) das Auftreten einer verzweigten Sippe, die er *Zea ramosa* Gern. benennt, als atavistische Mutation; diese Rasse ist von den oben genannten Mißbildungen insofern unterschieden, als die verzweigten Kolben rein ♀ sind und die Rasse darin konstant ist. Bei der Verwachsung sind die Hüllspelzen (glumae) verlorengegangen.

Eine zweite Auffassung vertritt Goebel (1910). Danach wird vielmehr die Ausbildung der Seitenäste unterdrückt im Zusammenhang mit einer starken Entwicklung der Hauptachse. Den Weg dieser Blütenstandsentwicklung denkt sich Goebel ganz allmählich zurückgelegt, ausgehend von einer Urform mit zweizeiligen verzweigten end- und seitenständigen Infloreszenzen mit ♂♀ Blüten. Mit dem Dicker- und Drehrundwerden der Hauptachse ist Raum für die Entwicklung von mehreren Reihen von Blüten gegeben. Dazu tritt dann sekundär die sexuelle Differenzierung und Anordnung der Geschlechter in der für *Zea* charakteristischen Weise: die Basis wird ♀, die Spitze ♂; alsdann werden beide räumlich getrennt (in einer für Gramineen ungewöhnlichen Weise). Diese Ableitung führt nicht auf *Euchlaena*, wohl aber auf die Infloreszenz des Tribus der Andropogoneen.

Iltis, der sich die Auffassung von Goebel zu eigen gemacht hat, bringt (1912) Belege für die Berechtigung dieser Ableitung. An „androgynem" Material, das ihm stark mit *Ustilago Maydis* befallener Mais lieferte, zeigt er die Ausbildung von „Andropogoneenähren" mit der für die Andropogoneen charakteristischen Geschlechtsverteilung: das gestielte Primärährchen bleibt dabei ♂, während das sitzende Sekundärährchen ♂ oder ♀ wird. Er sieht diese Erscheinung als atavistischen Rückschlag an, der auf die Beziehung zu den Andropogoneen hinweist. Im Hinblick auf die weiter unten diskutierte Ableitung (siehe Stammbaum Abb. 63) sind diese Untersuchungen von Bedeutung (Gute Abbildungen bei Iltis l. c., Tf. II u. III).

1896 hatte Harshberger die Ansicht ausgesprochen, daß die in Zentralamerika kultivierte *Zea canina* Watson ein Bastard zwischen *Euchlaena mexicana* Schrad. und *Zea Mays L.* sei. Die Tatsache, daß sich beide leicht kreuzen lassen, ließ hoffen, auf diesem Wege Aufklärung über den phylogenetischen Zusammenhang der beiden zu gewinnen. Diese Kreuzung ist denn auch wiederholt ausgeführt. Analysiert haben sie Collins und Kempton (1920), Emerson (1929), Emerson a. Beadle (1930). Es erfolgt starke Komplexvererbung, wonach Collins und Kempton acht Gruppen unter den Bastarden (33 Merkmale) unterscheiden. Für die Blütenzahl ist Mais mit seiner Zweiblütigkeit dominant (3 : 1); dagegen Teosinte mit der Zweireihigkeit (111 von 123 Pflanzen). Die Beziehungen zwischen den beiden *Euchlaena*-Arten und *Zea* haben besonders eingehend Collins und Kempton untersucht, doch kommen andere wichtige Beiträge hinzu. Die ersten Kreuzungen sind alle mit der annuellen *Euchlaena mexicana* ausgeführt, die schwach verzweigte ♀ Infloreszenzen trägt. Aus der Kreuzung gehen intermediäre Formen hervor, die ± verzweigt sind. Solch ein Teosinte stark angenäherter Bastard muß Burbank und Toledo als Ausgangsform gedient haben (s. unten).

Nachdem Hitchcock eine perenne Form spontan gefunden hatte, mußte diese als primitiver angesehen werden, und es setzte nunmehr eine Periode von Kreuzungen *Eu. perennis* × Mais ein.

Um sicheres Material zu bekommen, haben Collins und Kempton alle Standorte besucht, die für *Euchlaena perennis* angegeben sind. Sie haben sie wirklich „wild" aber nirgends gefunden; sie ist vielmehr stets an bearbeiteten Boden gebunden und begleitet den Mais überall als Unkraut auf Feldern und an Wegen, dabei stark mit ihm verbastardiert (Abb. 60). „Wild", sagt Collins, „bedeutet hier: nicht kultiviert". Wo sie in Kultur übernommen ist, wie in Mexico, ist sie mithin als sekundäre Kulturpflanze anzusehen.

Dieses Verhältnis erklärt sich damit, daß Teosinte Keimverzug zeigt, daher ungeschädigt im Boden liegen bleibt, während Mais erfriert. Das gleiche gilt auch für die Bastarde, sie sterben immer wieder ab; so ist es möglich, daß trotz starker Neigung zur Bastardierung die beiden Gattungen sich im allgemeinen nebeneinander rein gehalten haben. Immerhin sind auch konstante Zwischenformen erhalten, wie der Chalco-Mais mit behaarten Deckblattscheiden (Abbildung bei Collins 1921). Collins nimmt nun an, daß die annuelle Teosinte aus der perennen durch Kreuzung mit dem Mais entstanden ist.

Damit ist einer direkten Ableitung des Kulturmaises aus Teosinte *Euchlaena mexicana*, die schon nach den großen morphologischen und genetischen Unterschieden nicht in Frage kommt, vollends der Boden entzogen. Infolgedessen sind auch die von Burbank (1921) und von Toledo — durch Blaringham gestützt — 1924 behaupteten Umzüchtungen aus Teosinte hinfällig. Collins (1925) erklärt auf Grund seiner Kreuzungsergebnisse ihre Erfolge aus heterozygotem Ausgangsmaterial. Der Mais, für den es keinen wilden Prototyp gibt, muß vielmehr hybriden Ursprungs sein (3. Theorie).

Abb. 60. Teosinte und Teosinte×Mais-Bastard. Nach Collins 1921. *a*) *Euchlaena mexicana*; *Teosinte Durango*. *b*) *Euchlaena perennis*. *c*) *Euchlaena perennis* mit Mais verbastardiert. *b*) und *c*) aus Jalisco, Mexiko.

Collins nimmt an, daß der Mais aus der Kreuzung von *Euchlaena perennis* — oder einer ihr nahestehenden Form mit irgendeinem anderen heute nicht zu bestimmenden Wildgras aus dem tribus der Andropogoneen entstanden ist, z. B. aus *Sorghum*, wegen des Vorkommens weicher Stärke bei Mais und beider Formen von Stärke bei *Sorghum*.

Cytologie

Die Cytologie gibt hier keinerlei Auskunft. Die Chromosomenzahlen sind (nach den ersten nicht bestätigten Zahlen von Kuwada n = 12 für drei Arten und einen Bastard) übereinstimmend auf n = 10 bestimmt; doch sind einzelne Rassen hyperdiploid. Die gleiche Zahl, n = 10, zeigt *Euchlaena mexicana*, während *Euchlaena perennis* die doppelte Zahl, n = 20, aufweist und *Tripsacum* sogar n = 35 (vgl. Tabelle 29, S. 206).

Es zeigt sich somit die ungewöhnliche Anordnung, daß die augenscheinlich primitiveren und älteren Arten und Gattungen die höheren, dagegen die jüngeren, morphologisch fortgeschritteneren die niederen Chromosomenzahlen haben (Longley 1924).

Auch der von Kempton beschriebene Jala-Riesenmais hat nach Longley nur 10 Chromosomen, ist also keine echte *gigas*-Form trotz seiner Dimensionen (Höhe 8 m, Kolbenlänge 50 cm).

Somit muß der Anschluß des Kulturmaises an eine Wildform, trotz der vermittelnden Teosinte noch als ungeklärt bezeichnet werden. Die Genetik und Pflanzengeographie vermögen indes noch weitere Fingerzeige zu geben, wo und wie derselbe zu suchen ist.

Formbildung

Vavilov bezeichnet (1927) Mexiko als Primärzentrum für die Formenentwicklung des Maises. Nach Daten von Bukassov soll eine Abnahme der dominanten Faktoren (z. B. dunkle Kolben) von Mexiko nach dem Atlantik und Pazifik zu beobachten sein. Die Daten sind noch zu gering. Dagegen bringt Collins (1919) eine Abbildung eines fossilen Maiskolbens, den Knowlton (1914) in Cuzco, Peru, von einem Sammler erhalten hat; das Alter ließ sich leider nicht feststellen. 1924 beschreibt er einen prähistorischen Kolben, der 1913 in Areca, Chile, als Totenbeigabe in einem prähistorischen Grabe gefunden war und der dem fossilen sehr nahe steht (Abb. 61). Diese alten Formen besitzen dicht gestauchte kurze Kolben mit kleinen scharfzugespitzten Körnern in vielreihiger Anordnung. Bemerkenswert ist die unregelmäßige Anordnung der Körner, die nach Beobachtungen an rezenten Kolben dann zustande kommt, wenn beide Körner in einer Alveole ausgebildet werden, z. B. bei der Sorte Country Gentleman. Bemerkenswert ist ferner der sehr dünne Stiel, den beide Kolben gehabt haben müssen (siehe Kolbenansatz Abb. 61, 1 u. 2), ein Merkmal, das kein rezenter Mais aufweist, obgleich es züchterisch sehr wünschenswert wäre. Die Reihenzahl ist bei beiden auffallend hoch, bei dem Areca-Mais etwa 20 (also über dem Mittel der zwischen 8 und 30 variierenden rezenten). Achtreihiger Mais findet sich einerseits im Norden, andererseits in höheren Lagen im Süden (Cuzco), was, wenn man die niedrige Reihenzahl für die primitivere hält, als ein Zurückweichen primitiver Formen vor jüngeren zu verstehen wäre. Hier findet sich nun bei den ältest bekannten Exemplaren bereits die hohe Reihenzahl.

Collins hat ganz entsprechende Formen unter den rezenten nicht gefunden, doch besitzen die beiden alten Kolben (außer dem dünnen Stiel) kein Merkmal,

das nicht von rezenten bekannt ist. Zugespitzte Körner kommen heute besonders in Bolivien und Peru vor, doch sind die rezenten Formen großkörniger.

Abb. 61 zeigt die beiden Kolben neben dem ähnlichsten rezenten, dem popcorn aus Peru. Während aber die kleinkörnigen rezenten fast alle horniges Endosperm haben, enthält das des Areca-Maises runde echte Stärkemaisstärke.

Obgleich die Funde in Ancon nach Wittmack u. Rochebrune nicht viel über die spanische Zeit zurückgehen, muß deshalb auch in Peru schon mit alter Kultur gerechnet werden. Das deckt sich auch mit Ansichten von Kuleshow

Abb. 61. Fossiler Mais (*1. 4.*), prähistorischer, Areca-Mais (*2. 5.*) und rezenter Mais (*3. 6.*). Nach Collins 1919 und 1923.

(1929), wonach die größere Mannigfaltigkeit der meisten Varietäten auf nord- und mittelamerikanischem Gebiet zu suchen ist, die des Stärkemaises dagegen in Peru.

Nach der Entdeckung Amerikas werden zunächst vier Formen bekannt, Stärkemais als der verbreitetste: commoncorn, flintcorn, dentcorn und popcorn. Im 18. Jahrhundert folgen der Zuckermais und der oben genannte bespelzte Mais, Balgmais, der von St. Hilaire bekannt gemacht wurde. In neuester Zeit erst ist man auf die Besonderheiten des chinesischen Wachsmaises aufmerksam geworden (Collins 1909). Man teilt den Mais dementsprechend in acht Hauptvarietäten ein. Die Einteilung, ausschließlich auf Grund der Kolben- und Kornmerkmale bringt gleichwohl systematische Gruppen zum Ausdruck,

die sich geographisch ± scharf umschreiben lassen: das „ganze Areal" umfaßt: Peru, Kolumbien, Zentralamerika, Mexiko, Yukatan, Vereinigte Staaten bis Kanada.

Nachstehende Übersicht im Anschluß an KULESHOW 1929 (Tabelle 28).

Tabelle 28. Verbreitung der Maisvarietäten

Sorte	Verbreitung	Haupt-Formreichtum	Zuerst bekannt
1. *amylacea* Stärkemais, softcorn.	im ganzen Areal	Südamerika, Peru, Südkolumbien	seit Entdeckung
2. *indurata* Hartmais flintcorn .	im ganzen Areal	Zentralamerika Norden von Südamerika	seit Entdeckung, 1. Form, die nach Europa kam
3. *indentata* Pferdezahnmais, dentcorn	Nordamerika	Südmexiko	später als vorige in Europa eingeführt
4. *everta* popcorn	sporadisch von Nord- bis Südamerika	kleines Areal in Zentralamerika	seit Entdeckung
5. *saccharata* Zuckermais	Nord- u. Nordostamerika	—	1779 in Massachusetts
6. *amyleasaccharata* . . .	Peru und Mexiko	(Cuzco, Peru)	—
7. *tunicata* Balgmais	Südamerika	Paraguay (?)	1829 ST. HILAIRE
8. *ceratina* Wachsmais	Ostasien	Philippinen, Birma	1909

Die Unterschiede des Kornes sind wesentlich solche der chemischen Zusammensetzung des Endosperms: Stärke- oder Hornendosperm, ihr prozentualer Anteil und ihre Verteilung im Korn (CORRENS 1901). Das verbreitetste, das Stärkeendosperm, ist dominant über Zuckerendosperm und in seiner mehligen Form (*amylacea*) dominant über die anderen Formen: hornig und wachsig (2, 3 u. 8). *Amylacea* ist damit wohl auch als die ältere Form anzusehen, was durch den prähistorischen „Areca"-Kolben bestätigt wird. Die größte Variabilität zeigt nach KULESHOW der Stärkemais in Peru, während das Variationszentrum der anderen großen Gruppen nördlicher liegt. Das hornige Endosperm ist in Mexiko am verbreitetsten und gleichzeitig in seiner Verteilung mit Stärke am variabelsten. Da hier im selben Gebiet *Euchlaena* mit hornigem Endosperm verbreitet ist, stellt KULESHOW die Hypothese auf, daß der hornige Mais aus der Kreuzung von Stärkemais × *Euchlaena* in Mexiko entstanden ist. Hier entsteht eine geographisch-genetische Schwierigkeit: Wenn man, wie oben geschah, den Mais von *Euchlaena* ableitet — wenn man andererseits den Stärkemais als primitivste Form ansieht, so müßte das Ursprungszentrum beider das gleiche sein oder wenigstens in den Bereich eventuell der Peripherie des *Euchlaena*-Gebietes fallen. Damit stimmt es schlecht, daß das Verbreitungsareal von *Euchlaena* (*perennis*) von Mexiko bis Guatemala liegt, während KULESHOW den Ursprung von *amylacea* auf Grund der Genzentrentheorie nach Peru verlegt. Eine Erklärung ist vielleicht in folgender Weise möglich: Wenn man annimmt, diese Kreuzung sei auf der südlichen Peripherie des Verbreitungsgebietes von *Euchlaena* vor sich gegangen und die neue Form habe sich südwärts bis Peru verbreitet,

dann wäre eine Erklärung nach der bei Weizen vertretenen Ansicht möglich, daß nämlich Peru als Verbreitungsgrenze, wo die Form sich staut — sekundär —, ein Mannigfaltigkeitszentrum werden konnte. Die genanalytische Prüfung der Kuleshowschen Hypothese auf ihre biologische Wahrscheinlichkeit dürfte in den vorliegenden Kreuzungsanalysen *Euchlaena perennis* × *Zea* var. *amylacea* (Collins und Kempton) bereits vorbereitet sein.

Hartmais (flint) und Pferdezahnmais (dent).

Über die Entstehung von *indurata* und *indentata* liegt ein Erklärungsversuch von Jones (1924) vor, ohne daß der Autor darin bereits eine „Abstammungstheorie" sehen will. In *amylacea* mit nur weicher Stärke und *everta* mit nur horniger Stärke kann man die ursprünglichen Formen mit einheitlichem Endosperm sehen. Aus der Kreuzung beider — Jones verwendete zwei auch sonst morphologisch sehr verschiedene Stämme: den großkörnigen Cuzco-Mais und das klein- und spitzkörnige popcorn — gehen sowohl flintcorn wie dentcorn mit ihrer charakteristischen Verteilung von Stärke im Endosperm hervor.

Es ist bekannt, daß flintcorn (*indurata*) in den Vereinigten Staaten das ältere ist, die große Verbreitung der *indentata*-Sippen setzt erst in der 1. Hälfte des 19. Jahrhunderts von Virginia aus ein und Jones zeigt, daß dies geschah in der Folge einer dort in großem Maßstabe durchgeführten Mischkultur von einem frühen nördlichen flintcorn, und einem späten mehligen Mais: gourd seed. Wahrscheinlich ist daraus das heute so häufige dentcorn hervorgegangen.

Die var. *saccharata*, der Zuckermais, steht zu *amylacea* faktoriell in demselben Verhältnis wie die gleichen Sippen bei Reis und Hirse — aber auch bei der Erbse! ein interessantes Beispiel von Parallelvariation bei sehr fernstehenden Gruppen. Ihre lokale Verbreitung nur in Nordostamerika und in etwas abweichender Form (*amyleasaccharata*) vereinzelt in Peru (Cuzco) und Mexiko läßt auf mutative Entstehung schließen. Bei der ausgesprochenen Allogamie ist damit ein weites Feld für Neukombinationen gegeben.

Die var. *tunicata*, Pisingallo, Balgmais, bei welcher jedes einzelne Korn von ziemlich großen, papierartigen Hüllspelzen umgeben ist, während die Blütenspelzen klein bleiben, ist außer von St. Hilaire, der sie 1829 beschreibt, noch mehrmals für Paraguay angegeben (de Candolle, S. 498). Über seine Heimat ist nichts bekannt; bereits de Candolle zweifelt den paraguayanischen Standort an. Er berichtet auch über Aufspaltung nach Versuchen von Lindley — wonach *tunicata* dominant ist —; die Form wird häufig als eine atavistische Mutation angesehen, ebenso wie die oben genannten Varietäten *ramosa* und *androgyna*. Wenn man aber die bespelzte Form als primitiv ansieht, entsteht eine Schwierigkeit für die Ableitung von *Euchlaena*, das auch schon in der Wildform *perennis* stark reduzierte Hüllspelzen hat. Wittmack lehnt aber gerade der abnormen Größe der Hüllspelzen wegen die Auffassung als atavistische Mutation ab, was gewiß richtig ist; ebenso Schumann (1904), der sie als eine in verschiedenem Maße fortgeschrittene Vergrünung deutet.

Von besonderem Interesse ist die var. *ceratina*, der Wachsmais, geworden, die mit ihrer Verbreitung in Ostasien ganz einzigartig dasteht. Nach de Candolle (S. 495) ist der Mais nach der Entdeckung Amerikas in Ostasien durch die Portugiesen eingeführt, die 1496 nach Java, 1516 nach China, 1520 nach den Philippinen kamen. 1578 wird er in einem chinesischen naturwissenschaftlichen Werk beschrieben und abgebildet (Bretschneider, 1870). Andere Angaben für China vor Ende des 15. Jahrhunderts hält de Candolle für nicht glaubwürdig. Neuerdings vertritt Kuleshow (1928) die bereits von Collins erwogene Ansicht, daß der Mais in Asien präcolumbanisch sein muß, da die Zeit

für die Entstehung des Wachsmaises in Birma sowie seine Verbreitung von dort nach Norden sonst nicht ausreichen würde. Ob dieses Argument überzeugend ist, sei dahingestellt.

Wie dem auch sei — in der var. *ceratina* ist eine für Ostasien, und zwar speziell Birma, Philippinen und China endemische Form gegeben, die sich nach COLLINS und KEMPTON (u. a.) durch morphologische und physiologische Merkmale: wachsiges Endosperm, aufrechte Blattspreiten, monostiche Blattstellung, geschlossenes Blühen (Entwicklung von Stempeln in ungeöffneten Blütenständen), Brachismus auszeichnet.

Das Wachsendosperm, das Erythrodextrin anstatt Stärke führt, ist nach BRINK u. a. rezessiv gegenüber Stärke- und Hornendosperm. Seine Ent-

Abb. 62. Brachismus bei Mais und Hirse; als Beispiel für Parallelvariation. Nach KULESHOW 1928.

stehung ist, wie die des Zuckerendosperms mutativ zu denken. Die Kultur des Wachsmaises, obgleich die Form erst seit 1909 im genetischen Experiment bemerkt wurde, scheint in Hinterindien sehr alt zu sein. Der in der Mandschurei heute gebaute Wachsmais dagegen gleicht den dort gebauten flint-Stämmen; man kann daher wohl annehmen, daß der Wachsmais in Birma entstanden, nordwärts gewandert ist und sich in China mit dem auf anderem Weg — später? — dort verbreiteten flint-Stämmen verbastardiert habe.

Für die Formbildung von allgemeinerem Interesse sind die bei dieser Untersuchung von KULESHOW 1928 gemachten Beobachtungen über parallele Formbildungsprozesse im Anschluß an Gedankengänge VAVILOVS (Geographical Regularities). Außer dem chinesischen Wachsmais ist auch der gewöhnliche Mais in Persien, Kleinasien, Transkaukasien durch Brachismus ausgezeichnet (Abb. 62). KULESHOW bezeichnet ihn als „persischen Typ" — dazu kommen die Merkmale: krauses Blatt, geschlossenes Blühen, Protogynie.

Es ist nun sehr auffallend, daß sich bei Mais und *Sorghum* in Innerasien eine Konvergenz von Typen findet, derart, daß die gleichen hier beschriebenen Merkmale auch die *Sorghum*-Varietäten der gleichen Bezirke auszeichnen, allen voran der Brachismus; auch ligulafreie Formen kommen dort bei beiden vor (Abb. 62).

Über die Bedeutung dieser geographisch beschränkten Parallelvariation siehe S. 43 u. 60.

Auf Grund der so gewonnenen Tatsachen lassen sich die phylogenetischen Beziehungen zwischen den heutigen Maisvarietäten und ihren Ahnen in folgendem Schema darstellen:

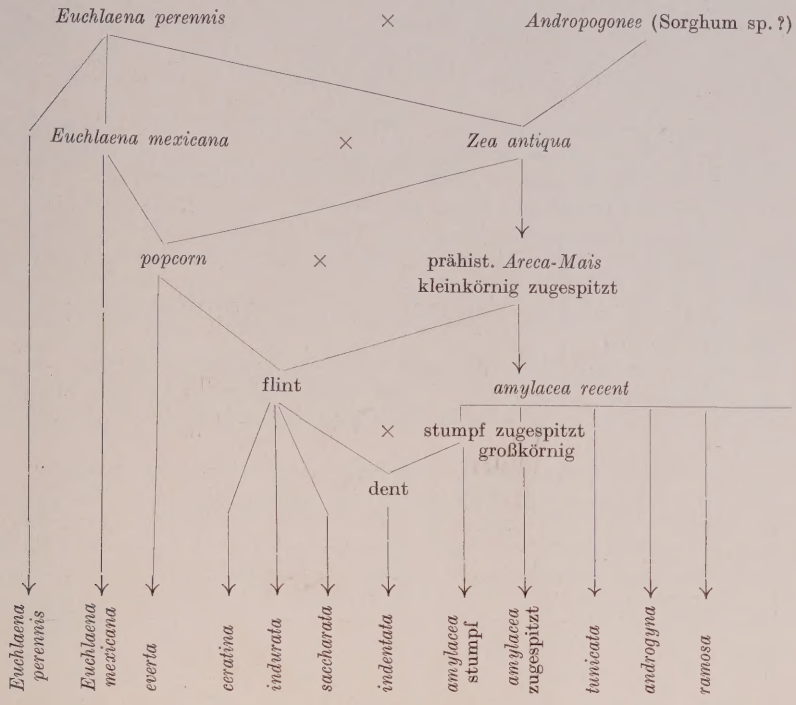


Abb. 63. Ableitung und Formbildung des Maises.

Der Mais gehört zu denjenigen Pflanzen, die außerordentlich stark auf Umwelteinflüsse reagieren; was bei einem allogamen Organismus schnell zur Ausbildung von Lokalsippen durch Selektion führen muß. Sowohl bei seiner Verbreitung in Amerika, wo er sich bereits äußerst verschiedenen Umweltsbedingungen anpassen mußte, als vor allem bei der über die alte Welt müssen diese Prozesse eine große Rolle gespielt haben. Collins spricht von einem „new place effect", einem shock, den die plötzlich veränderte Umgebung bewirkt. Dieser kann die Selektionsrichtung völlig verschieben, indem zumal nach Kreuzungen Kombinationen im neuen Milieu hervortreten und wichtig werden können, die bisher verschwanden und nun durch bewußte und unbewußte Auslese festgehalten werden. Collins hat diese Erscheinung, die er mit Cook als Neotopismus bezeichnet, experimentell bei Mais an reinen Sippen und Bastarden geprüft (vgl. S. 41).

If. Hirse

Hirse: Arnold 1925. Arnold u. Shibajew 1929. Brandstetter 1917. de Candolle S. 475. Dekaprelevitsch u. Kasparian 1928. Freckmann 1930. Gyarfas 1930. Hahn 1894. Hofmann 1928. König 1930. Leeke 1907. Maissurian 1929. Malzew 1925. Maurizio 1927. Netolitzky 1912, 1914a u. b, 1917. Neuweiler 1924. Stapf 1887.

Die Hirsearten gehören zwei verschiedenen Unterfamilien an: den Andropogoneen und den Paniceen. Die erste Gruppe ist afrikanischen Ursprungs und unter den Kulturpflanzen vertreten durch *Andropogon Sorghum* Brotero, die Kaffernhirse, die in phylogenetische Beziehung gesetzt wird zu *Andropogon halepensis* Brotero, das als Unkraut im Mediterrangebiet verbreitet ist (*Sorghum halepense* Pers.). Eine zwischen beiden, der letzten näherstehende Form, ist neuerdings als „Sudangras" in Kultur genommen; als Heimat wird der Sudan angegeben (*Sorghum halepense sudanense* Gyarfas 1930, König 1930, Freckmann 1930).

Andropogon saccharatus Roxb., die Moorhirse oder Durrha, chinesisch Kaoliang (große Hirse), auch in Innerafrika heimisch, muß sehr früh nach Osten gewandert sein, wo sie heute in großer Mannigfaltigkeit vertreten ist.

Pennisetum typhoideum Rich. mit begrenzterem Areal, die Negerhirse.

Für Europa kommen heute wesentlich nur zwei Arten der 2. Gruppe in Frage, der Paniceen: *Panicum miliaceum* L., die Rispenhirse (de Candolle sagt: echte Hirse) und

Setaria italica Beauv., die Kolbenhirse, Fennich, Borstengras (= *Setaria germanica* P. B.).

de Candolle (S. 475 ff.) sah als Heimat der erstgenannten Ägypten — Arabien an, als Heimat der letzten China, Japan und den indischen Archipel, von wo aus sie sich, allerdings schon in prähistorischer Zeit, beide nach Westen verbreitet haben.

Beide Arten sind in der Steinzeit bis zur Westschweiz nachgewiesen; nach Netolitzky, Neuweiler, Hofmann (Heer) kommt jedoch *Panicum miliaceum* nur nördlich der Donau vor. Sie sind nachgewiesen in Rumänien, Ost- und Mitteleuropa und der Schweiz und reichen lückenlos durch Bronze- und Eisenzeit bis in die neuere Zeit hinein. Ihre Bedeutung als Nahrungsmittel tritt aber — bis auf gewisse Gebiete — hinter anderen Brot- und Breifrüchten immer mehr zurück. Geschichte und Bedeutung in der Kultur haben besonders gewürdigt: E. Hahn, Hoops, Netolitzky. Maurizio zeigt, daß in älteren Zeiten eine ganze Anzahl anderer Hirsearten gegessen worden ist, die z. T. heute zum Unkraut herabgesunken sind. Hierzu gehören als letzte die Fingerhirsen (*Digitaria*), die Bluthirse *Panicum sanguinale* L. und *P. crus galli* L. Hierdurch findet die übliche Ableitung der Kolbenhirse von der ihr äußerst nahestehenden *Setaria viridis* L. eine Stütze — (wie oben für Sudangras aus wildem *Andropogon halepensis*). Dem ägyptisch-semitischen Kreis fehlen unsere beiden Hirsen, entgegen der Annahme von de Candolle; dagegen hat Netolitzky (1912) im Darm ägyptischer Mumien *P. colonum* nachgewiesen, das heute in Ägypten nur mehr Unkraut ist; zu ihm steht das in Ostindien gebaute *P. frumentaceum* Roxb. (Amarant) in demselben Verhältnis wie *Setaria italica* zu *Setaria viridis*.

P. miliaceum ist eine der fünf chinesischen bei Shen-nung genannten Kulturpflanzen (2700 v. Chr.), was mit den folgenden Tatsachen gut übereinstimmt. Vavilov fand das Mannigfaltigkeitszentrum für beide Hirsearten in wesentlich dem gleichen Gebiet: Ost- und Zentralasien (Mongolei, Mandschurei, China, Japan) — im Westen ist das von *P. italicum* etwas weiter westlich vorgeschoben. Ist *P. miliaceum* reich an Endemismen in Buchara, chinesisch Turkestan, dagegen

formenarm in Südwestasien, so zeigt *P. italicum* noch großen Formenreichtum über Turkestan und Buchara hinaus in Persien, Afghanistan.

Wie die Sortenbildung im einzelnen vor sich gegangen, ist noch wenig untersucht. Die Parallelvariation innerhalb *P. miliaceum* haben Arnold und Shibajew (1929) untersucht. Kuleshow (1928) berichtet bei Behandlung des asiatischen Maises von einer Parallelvariation in geographischer Lokalisation in Persien Afghanistan (vgl. S. 43 u. 203). Dort haben sich kurzstämmige brachitische Formen von Hirse und Mais in typischer Formgleichheit entwickelt (Abb. 62). Wichtig ist ferner eine große Variationsreihe: die Ausbildung von „Kleberhirse" neben Stärkehirse —, entsprechend: Klebreis und Klebsorghum (Stärke mit Jod rot = Erythrodextrin) — eine Reihe, die in den Arten

P. miliaceum
P. italicum
und *P. Crus galli*

bekannt ist.

Chromosomenzahlen s. Tabelle 29, S. 206.

Unter den weltwirtschaftlich wichtigen Gramineen sind noch Zuckerrohr und Reis zu nennen. Beide sind, dieser Bedeutung entsprechend, botanisch genetisch und naturgemäß züchterisch weitgehend bearbeitet. Es ist verständlich, daß dies in den Hauptzentren ihrer Kultur geschah — und so liegen zur Beantwortung phylogenetischer Fragen für den Reis hauptsächlich japanisch-indische, für das Zuckerrohr javanisch- holländische Arbeiten vor, teils experimentellen, teils cytologischen Inhalts. Wir beschränken uns auf diese Übersicht der einschlägigen Literatur.

I G. Reis

Reis: Chevallier u. Roehrich 1914. Ikeno 1927. Graham 1927. Schweinfurth 1926.

Für den Reis, *Oryza sativa* L. findet sich das bis 1923 Bekannte, samt Literatur in Fruwirth, Handbuch, Bd. V, 2. Aufl. 1923, bearbeitet von J. E. van der Stok. Die genetische Seite bis 1925 bei Ikeno in Bibliographia genetica 3 gleichfalls mit Literatur. Zu dem, was bei de Candolle über spontanes Vorkommen bei Reis gesagt ist — er sieht ihn in Ostasien, Indien und dem indischen Archipel als spontan an — sind Mitteilungen von Schweinfurth über wilden Reis in Afrika (1922, 1926) hinzuzufügen, siehe auch Chevalier u. Roehrich (1914). Experimentell hat Graham mit wildem Reis gearbeitet.

Die Cytologie ist von Kuwada (1910), Akemine (1914) und Nakatomi (1923) untersucht. Übereinstimmend wurde überall n = 12 gefunden (Tab. 29).

I H. Zuckerrohr

Zuckerrohr: Barker 1921. Bremer 1921, 1922, 1923, 1924, 1925, 1928a u. b. Geerts 1927. Jeswiet 1916, 1925. Ritter 1840. Shamel 1921, 1924.

Das Zuckerrohr, *Saccharum officinarum* L., in Fruwirth Bd. V, ebenfalls von van der Stok behandelt, ist dank der Arbeiten der Javanischen Station Pasoeroean sehr vielseitig und gründlich bearbeitet.

Über die Beziehungen von *Saccharum officinarum* zu *S. spontaneum*, das de Candolle noch unbekannt war, hat Bremer gearbeitet, von dem überhaupt die cytologische Analyse der Gattung stammt. 1921—1928 eine ganze Folge von Arbeiten; die primitiven Formen besonders 1925 behandelt, die Chromo-

somenzahlen betragen 15, 20, 30, 34, 40, 46, 50, 56. Seither ist im Innern Javas auch wildes Zuckerrohr in großer Mannigfaltigkeit gefunden (vgl. Tabelle 29).

Da das Zuckerrohr fast ausschließlich vegetativ vermehrt wird, so finden für die Formentwicklung die Prinzipien der Klonkonstanz und der Klonveränderung Anwendung. Es sind wirksam: Knospenmutation (Barker 1921, Shamel 1921, 1924) und Aberrationen (Bremer 1928 in Recueil trav. bot. neerl., de Vries-Festschrift).

Weder Roxburgh, den de Candolle zitiert, noch dieser selbst haben Samen des Zuckerrohres gesehen; viele Rassen kommen in Kultur kaum zur Blüte (vgl. Kartoffel). Seither ist das Blühen und Fruchten gut bekannt und viel ausgenutzt worden. Daß die Mannigfaltigkeit nach Kreuzung wie van der Stok angibt, nicht sehr groß ist, erklärt sich durch die vegetative Vermehrung. Hybriden, „worin wenigstens fünf Varietäten vereinigt wurden", ergaben bei Selbstbestäubung eine sehr einförmige Nachkommenschaft — es sind eben z. T. Klone engster Verwandtschaft.

Andererseits ermöglicht die Klonvermehrung, auch unbalancierte Kreuzungsderivate und Aberranten zu erhalten; so verstehen sich die sehr verschiedenen Chromosomenzahlen, sowohl bei wildem als vor allem bei kultiviertem Zuckerrohr.

Die heute in Java voranstehende extrem wüchsige Sorte (Jeswiet 1925 Geerts 1927) ist — ebensowenig wie der Jalamais — eine cytologische *gigas*.

Tab. 29. Chromosomenzahlen von Mais, Hirse, Reis, Zuckerrohr.

	n	2n	
Mais:			
Zea Mays 12 Kultursorten	10		Kuwada 1911, 1915, 1919, 1925
	10		Longley 1924c
„ „ 26 Kultursorten	10		Kiesselbach u. Petersen 1925
(einschl. *ramosa*) . . .	10		Fisk 1925
„ „	10		Reeves 1925. Randolph 1928. Kozhuchow 1928. Beadle a. MacClintock 1928. Mac Clintock 1929abc. Beadle 1929. Burnham 1930.
4 Sorten	bis 12		Kuwada 1911, 1915, 1919, 1925
8 Sorten	bis 12		Fisk 1927
„ „	>10		Longley 1925. 1927c. Reeves 1925. Randolph 1928. MacClintock 1929bc. Burnham 1930
„ „ var. *triploid*	15		Randolph a. MacClintock 1926. MacClintock 1929a.
„ „ *Amberrice popcorn* 1 Indiv. . .	20		Kuwada 1919
Euchlaena mexicana	10		Kuwada 1915, 1919
			Longley 1924c
„ *perennis*	20		Longley 1924c
Coix lacrima Jobi		20	Kuwada 1915, 1919
			Longley 1924c
			Taylor 1925c
Tripsacum dactyloides	35		Longley 1924c
„ *laxum*	ca. 35		Longley 1924c
„ *pilosum*	ca. 35		Longely 1924c
„ *lanceolatum*	ca. 35		Longley 1924c
Zea Mays × *Euchlaena mexicana* .			Kuwada 1915, 1919. Longley 1924c
„ „ × „ *perennis* . .			Longley 1924c

	n	2n	
Hirse:			
Andropogon Sorghum		20	Kiesselbach u. Petersen 1925 Avdulow 1928 Morinaga u. a. 1929 Rau 1929a
„ „ var.		40	Avdulow 1928
„ „ var. *obovata* .	10		Kuwada 1915, 1919
„ „	10		E. Marchal 1920
„ *scoparius*	28		Church 1929b
„ *intermedius*		ca. 60	Avdulow 1928
„ *furcatus*	35		Church 1929b
Panicum capillare		18	Avdulow 1928
„ *sanguinale*		36	Avdulow 1928
„ „	14		Church 1929b
„ *miliaceum*	(18—) 20		Church 1929b
„ „		42	Rau 1929
„ *crus galli*	21		Church 1929b
„ „		54	Avdulow 1928
Reis:			
Oriza sativa	12		Kuwada 1910
	12		Nakatomi 1923
	12		Rau 1929
Zuckerrohr:			
Saccharum Narenga	15		Bremer 1924b
„ *ciliare*	20		Bremer 1924b
„ *spontaneum*		60—70	Kuwada 1915, 1919
„ „	56		Bremer 1922, 1917, 1928
„ *officinarum*		64, 68, 70	Kuwada 1915, 1919
„ „	14(?)		Franck 1911
„ „ *Erianthus Munja*	30		Bremer 1924b
„ „ „ „	40		Bremer 1922, 1924a u. b.
„ „ „ „	40,50 usw.		Bremer 1922, 1924a u. b.
„ und Bastarde			Bremer 1922, 1924 a u. b
„ *arundinaceum*	30		Bremer 1924
„ *officinarum*	40. 58		Artschwanger, Brandesu. Starrett 1929
„ „	40—54		Bremer 1928
„ *Barbari*	46		Bremer 1928

II. Gräser

Gräser: Bessey 1917. Bouzet 1928. Church 1928. Faworski 1927. Fischer 1924. Gregor u. Sansome 1927. Hayes u. Barker 1922. Holmberg 1930. Jenkin 1924. Kattermann 1930, 1931. Levan 1930. Levitski 1928. Levitski u. Kutzmina 1927. Nilsson 1930a u. b. Peto 1929. Piper u. Bort 1915. Stählin 1929. Struve 1930. Tischler 1918, 1931. Turesson 1927, 1929, 1930. Weinzierl 1914. Witte 1915.

Es ist noch nicht lange her, daß die Gräser in den Kreis der speziell hierauf gerichteten phylogenetischen Untersuchung gezogen sind. Die Grasflora unserer Wiesen gehört, wie S. 20 ausgeführt wurde, zum ältesten Bestande unserer Flora überhaupt. Es ist anzunehmen, daß die Mehrzahl der Gräser mit jener Flora aus Osten einwanderte, die nach dem Abschmelzen des Inlandeises in wechselndem Vordringen und Zurückweichen die tertiären Elemente mehr und mehr ersetzte. An Stellen, wo aus klimatischen oder edaphischen Gründen oder unter dem Einfluß der Kultur der Waldwuchs eine Hemmung erfuhr, in natürlichen Lichtungen und Rodungen bildete sich mit Stabilisierung des Klimas bei einer gemäßigten

Feuchtigkeit der Formationscharakter der Wiesen aus. So ist es für die Vegetation unserer Wiesen kennzeichnend geworden, daß sie gewissermaßen in wildem Zustand Objekt der Kultur ist. Bei ihrer Formbildung werden deshalb die Prozesse, die in der Artbildung bei Pflanzen ganz allgemein wirksam gewesen sind, die Hauptrolle spielen — also neben der allgemeinen Grundlage, der natürlichen Variabilität, vor allem die Vorgänge der natürlichen Auslese. Physiologisch führen diese zu einer Akklimatisation an Boden und Klima. Wie dieser Vorgang arbeitet, hat besonders Weinzierl gezeigt; er spricht geradezu von Akklimatisationsrassen (1914). Die hiernach der Natur abgelauschte Methode ist von eminent praktisch-züchterischer Wichtigkeit. Auch die Eignung verschiedener Herkünfte, die im Grassamenhandel eine ausschlaggebende Rolle spielt, wird durch die physiologische Akklimatisation bestimmt. Was im Samenhandel unter der Bezeichnung „verschiedener Herkünfte" läuft, sind verschieden akklimatisierte „Lokalrassen".

Neben dieser physiologischen Akklimatisation als einer weniger augenfälligen Differenzierung macht sich aber gleichzeitig eine morphologische Differenzierung geltend, die zu einer Artbildung in systematischem Sinne führt.

Hierfür sind die ökologischen Studien Turessons besonders zu nennen, in welchen die Wechselwirkung zwischen Standort und Klima und dem Organismus zum Gegenstand experimenteller Prüfung gemacht ist. Das Resultat der „genotypischen Antwort" der Pflanze auf den Standort wird seither mit Turesson als Ecotypus bezeichnet (Turesson 1927, 1929, 1930).

Die an verschiedenen Wildpflanzen vor allem *Hieracium* ausgearbeiteten Methoden hat Turesson in letzter Zeit selbst auf einzelne Kulturgräser angewendet; so auf *Poa alpina* (1927), *Dactylus glomerata* (1929), *Festuca ovina* (1930). Damit sind moderne Methoden in eine alte Fragestellung hereingetragen.

Woher stammt die für die Wirksamkeit einer solchen Selektion notwendige Variationsbreite der Gräser? Darauf geben drei Gruppen von Arbeiten der letzten Zeit Antwort:

I. Die Karyologie.

Mit der Frage der Artbildung bei *Festuca* haben sich Levitsky und Kuzmina (1927) beschäftigt. Eine karyologische Analyse der Gattung ergab, daß in der Formbildung Polyploidie eine wesentliche Rolle spielt. Innerhalb der Arten haben die sicherlich älteren und primitiveren Formen die niedrigste Chromosomenzahl, die jüngeren die höchste; sie sind gleichzeitig vielfach höchstspezialisierte Formen von enger Verbreitung, deren Existenz nur durch scharfe Selektionswirkung — Ausschalten der Konkurrenz — erklärt werden kann.

II. Bastardierung

Gregor und Sansome haben gezeigt, wie solche Reihen durch natürliche Kreuzung zustande kommen. Die cytologische Analyse einer wilden Population von *Phleum* und der gelungene Versuch, durch Kreuzung entsprechende Kombinanten aufzubauen, zeigen gleichzeitig, welche starke Rolle der natürlichen Bastardierung nicht nur intra-, sondern auch interspezifisch bei der Formbildung zukommt (Abb. 64). Weitere Artkreuzungen siehe bei Wittmack 1925 *Festuca elatior*, Jenkin 1924, Nilsson 1930 *Lolium*.

Erläuterung zu Abb. 64: Natürliche Rassen von *Phleum pratense* mit 2n- und 6n-Chromosomen wurden gefunden (wenn 7 die Grundzahl ist). von *Phleum alpinum* mit 2n- und 4n-Chromosomen. Artkreuzungen führten zu triploiden, bzw. pentaploiden Bastarden. Rückkreuzung des triploiden Bastards mit dem tetraploiden Elter gab 3 hexaploide Nachkommen und eine Anzahl anderer mit 26—30 Chromosomen (unterste Reihe).

Neuerdings mehren sich die Beispiele selbst für Gattungskreuzungen auch bei den Wiesengräsern, denen deshalb eine höhere theoretische Bedeutung zu-

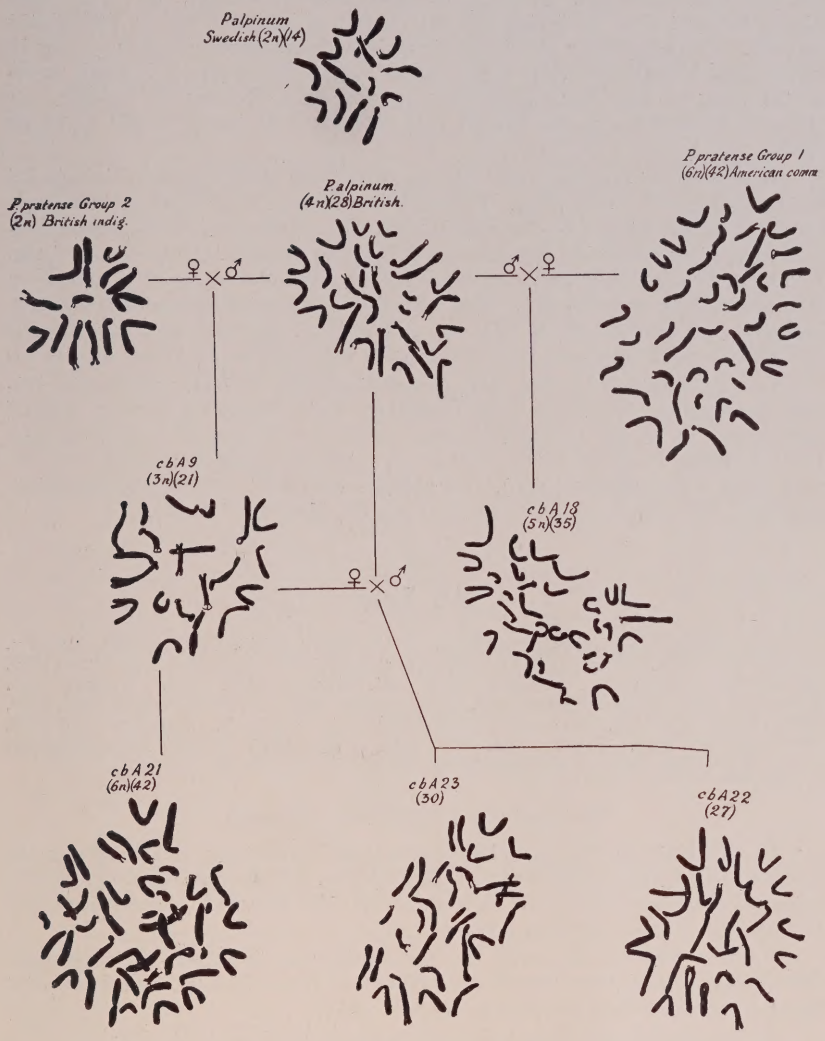


Abb. 64. Cytologischer Aufbau von Phleum-Bastarden. Nach Gregor and Sansome 1930. Erklärung im Text.

kommt, weil, wie in vorhergehenden Kapiteln gezeigt, Gattungskreuzungen vielfach zur phylogenetischen Ableitung wichtiger alter Kulturpflanzen, speziell unter den Zerealien, herangezogen werden mußten. Nilsson 1930 *Lolium* × *Festuca*, Holmberg 1930 do.

III. Fortpflanzungsbiologie

Infolge dieser natürlichen Bastardierung haben wir es in der Natur überall mit Populationen zu tun, die durch die vielen Zwischenformen, wie sie aus allen Floren bekannt sind, phänotypisch den Eindruck kontinuierlicher Variabilität machen. Wenn trotzdem an vielen Stellen ein stetes Nebeneinander oft nur in geringfügigen Merkmalen, aber erstaunlich scharf differierender Formen beobachtet wird, so liegt das, neben der ausmerzenden Wirkung der Auslese, vor allem an Erscheinungen der Selbst- und Intersterilität (Gregor and Sansome 1930).

Unsere Kenntnisse hierüber, wie überhaupt der Fortpflanzungsbiologie bei Gräsern sind noch sehr gering. Erst mit dem Beginn einer rationellen Gräserzüchtung in den letzten 1—2 Dezennien hat man angefangen, dieser Frage Aufmerksamkeit zu schenken (verschiedene Beiträge in Zeitschr. f. Pflanzenzüchtung, Hayes u. Barker 1922), die sicherlich für die Formbildung unter den Gräsern eine große Rolle gespielt hat. Was über die Wiesengräser gesagt ist, gilt erbbiologisch in gleicher Weise für die „Kleearten", obgleich hier der Eingriff des Menschen früher eingesetzt hat und daher schon stärker wirksam gewesen ist.

Die systematisch-karyologische Bearbeitung der Gräser, welche für Art- und Formbildungsforschungen die Grundlage bieten muß, ist stark in Angriff genommen; so ist die Gattung *Festuca* untersucht (Levitsky 1928), *Dactylis* (Levan 1930); Stählin hat an 100 Arten cytologisch geprüft; eine große Anzahl auch Kattermann (1930). Im übrigen verweisen wir auf die Literaturangaben, vor allem die neuesten Angaben bei Tischler (1931).

III. Lein

Lein: Braun 1877. Buchholz 1897. de Candolle S. 148. Elladi 1929. Emme u. Schepeljeva 1927. Gentner 1921, 1923. Heer 1865, 1872. Hegi Bd. V/2. Hehn 1870. Heuzé 1860. Howard u. Raaman Khan 1924. Jvanov 1926, 1929. Kremer 1923. Körnicke 1888. Martzenitzina 1927. Messikommer 1913. Neuweiler 1905, 1924, 1929, 1930. Reijnders 1926. Rytz 1930. Schilling 1928, 1930a u. b. Schweinfurth 1883, 1884. Simonet 1929. Tammes 1924, 1928, 1930. Unger 1857. Vavilov 1925. Weidner 1920. Wettstein 1903. — Pfahlbautenbericht II, III, IV, VI, X.

Systematisch-geographische Gruppen

Die Kulturtypen des Leins lassen sich ihrer Verwertung nach in zwei große Gruppen teilen, die Faserflachse und die Ölflachse. Dieser praktischen Einteilung entspricht eine morphologische, was darauf schließen läßt, daß beide auf denselben Grundlagen beruhen müssen.

Vavilov hat die Kulturflachse nach seiner systematisch-geographischen Differentialmethode, auf Grund eines Materials von ca. 1400 Sorten bearbeitet und folgende Resultate gewonnen (1925, S. 183).

Es sind geographisch zwei Gruppen zu unterscheiden (Abb. 65):

I. Eine südwest-asiatische Gruppe, welche hauptsächlich kleinsamige und kleinblütige Formen umfaßt und sich über Indien, Afghanistan, Buchara, Turkestan erstreckt und der sich die europäischen Flachse anschließen; man kann die Gruppe daher als eurasiatisch bezeichnen.

Innerhalb dieser kommen Öl- und Faserflachse vor, die sich morphologisch und physiologisch, nach quantitativen und qualitativen Merkmalen unterscheiden, wie folgt (Abb. 66 u. 67):

Faserflachs *elongatae* Vavilov	Ölflachs *brevimulticaules* Vavilov
hoch	niedriger
stark bestockt	wenig bestockt
unverzweigt	verzweigt
kleinblütig 15—18 mm	großblütig 18—24 mm
kleinsamig (3,5—)4—5 mm	großsamig 5—6
wenigsamig	reichsamig
36—38 % Öl	38—42 % Öl
kurze Vegetationsdauer (früh)	lange Vegetationsdauer (spät)

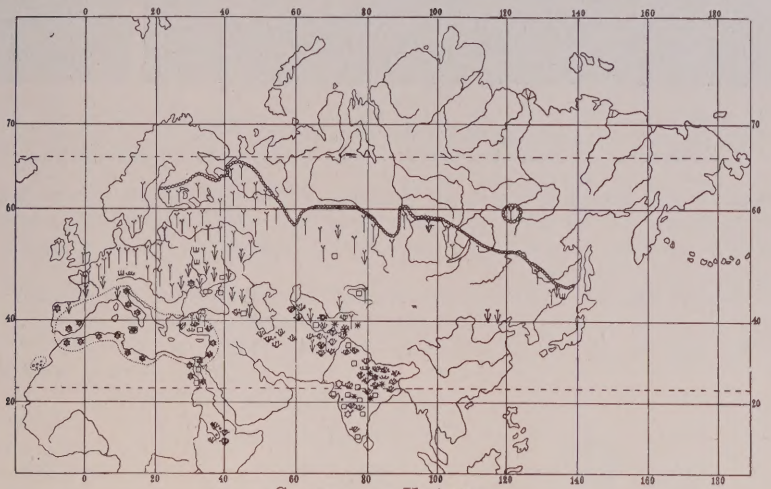


Abb. 65. Geographische Verbreitung der botanischen Varietäten von *Linum usitatissimum* L. und das Areal von *Linum angustifolium* Huds. Nach Vavilov 1925.

Den größten Reichtum an Formen in diesem Gebiet weisen Nordindien, Buchara und Afghanistan auf, die deshalb als Verbreitungszentrum der Gruppe anzusehen sind; hier gibt es sowohl kleinsamige frühe Faserflachse als großsamige späte, verzweigte Ölflachse. Howard und Raaman Khan haben für Indien allein 26 Varietäten mit 123 Rassen aufgestellt, davon sind 23 nach den Vergleichsprüfungen von Vavilov endemisch für Indien. Alle indischen Flachse sind Ölflachse. Hierher gehört vor allem der Typus *rigidum*, der durch harte, rauhe, schweraufspringende Kapseln und kleine schwachöffnende Blüten, sowie starke Anthocyanfärbung an Kapseln und jungen Schossen ausgezeichnet ist. Daneben finden sich, wenn auch wenig gebaut, hochwüchsige „Faserflachse", die indessen gleichfalls nur um des Öles willen kultiviert werden.

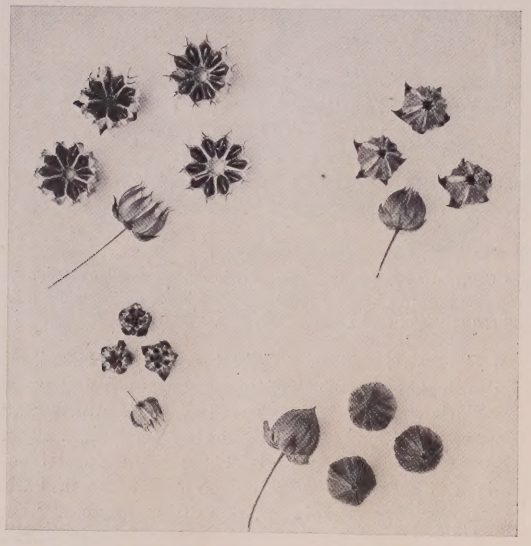
„Es haben sich also die Rassen in dem Ursprungszentrum, in dem sie entstanden sind, auch noch am längsten gehalten", obgleich die Kultur sich in-

a b c d

Abb. 66. Leinblüten nach TAMMES 1930.
a) Faserlein. *b*) weißer gekräuselter Lein. *c*) Öllein. *d*) *L. angustifolium.*

zwischen lokal spezialisiert hat. In Buchara, Afghanistan häufen sich noch einmal Endemismen. Je mehr man dann nach N und NW vordringt, um so einförmiger wird das Artbild, trotz der starken Ausdehnung des Flachsbaues in Rußland und Mitteleuropa.

Das II. Gebiet ist das mediterrane, das großsamige (noch größer als Ölflachse der I. Gruppe), großblütige und großblättrige Formen aufweist. Es umfaßt Ägypten bis Marokko, Spanien einerseits, Italien, Griechenland, Kleinasien, Syrien, Palästina andererseits.



a b c d

Abb. 67. Leinkapseln nach TAMMES 1930.
a) *Linum crepitans.* *b*) gewöhnlicher Faserlein.
c) *L. angustifolium.* *d*) Öllein.

TAMMES (1913) hat gezeigt, daß den drei genannten Merkmalen (meist) ein stark gekoppelter Komplex von Faktoren zugrunde liegt. An diese Gruppe schließen sich die abessinischen Flachse, die nach VAVILOV (1923) vielleicht eine Gruppe für sich bilden. Die Bearbeitung der abessinischen Sammlungen (russische Expedition 1927), die diese Ansicht begründen soll, steht noch aus.[1])

Auch ist nicht zu übersehen, daß die Abgrenzung der „afrikanischen" Formengruppe gegen die europäisch-asiatische („sharply differing from it") durch die weiteren Ausführungen

1) Anm. bei der Korr. Nach VAVILOV 1931 ist es ein kleinsamiger Flachs, der sich dem ägyptischen Typus II und den indischen Flachsen (Tab. 30) anschließt.

(l. c. S. 186) nicht eindeutig gesichert erscheint, wie vielleicht am besten die folgende Übersicht zeigt, die aus den Angaben VAVILOVS zusammengestellt ist.

Tab. 30. Beziehungen der verschiedenen Leingruppen zueinander
Nach Daten von VAVILOV zusammengestellt

	a) mediterran				b) westasiatisch-europäisch		
	allgemein verbreitet I. Typ	in Ägypten neben I; II. Typ	alt-ägyptisch	Abessinien	Ölflachs indische Endemismen	Ölflachs Typus	Faserflachs
Blüte	25—33 mm	16,3—21,6		klein	klein	18—24	15—18
Same	5—6,1 mm	5—6,1	4—5,5	3,75 oder mittel	klein 6	5—6	3,5—4—5
Blatt	groß	kleiner		klein		klein	
Kapsel	groß 8,5—10	hart, gefärbt schwer zu dreschen	7—8 —8,8	klein	hart, rauh schwer zu dreschen, gefärbt, (Anthoc.)	klein/mittel	
junge Schosse		gefärbt (Anth.) einstämmig			gefärbt		

Der II. Typus in Ägypten steht somit, wie VAVILOV selbst hervorhebt, den indischen Ölflachsen sehr nahe; die Gruppe bedarf noch genauerer Bearbeitung; wir kommen auf die Bedeutung dieser Unsicherheit für die phylogenetische Ableitung des Kulturleins noch zurück. Es soll deshalb zunächst nur die eurasische Gruppe weiter behandelt werden.

Faser- und Ölflachse als Anpassungstypen

VAVILOV ist dem Zusammenhang zwischen der morphologischen und physiologischen Unterscheidung der Faser- und Ölflachse und ihrer geographischen Verbreitung nachgegangen. Dabei ergibt sich, daß von dem indisch-afghanischen Zentrum aus nach Norden mit Abnahme der Vegetationsdauer der Flachs höher, weniger verzweigt, samenärmer wird, d. h. der Faserflachstypus ausgebildet wird, während im Süden langsam wachsende, kurzstengelige, verzweigte Formen — der Typus des Ölflachses — gebaut werden. Der langen Vegetationsperiode entspricht die größere Ablagerung von Reservestoffen, der höhere Ölgehalt (siehe Tab. 31). Durch natürliche Auslese haben sich diese Anlagen als feste erbliche

Tab. 31. Konstanz des Ölgehaltes von vier verschiedenen Sippen
Nach Tab. II und S. 67 in IVANOV 1926 zusammengestellt

Kultur in	Geogr. Breite	Faserflachs		Ölflachs	
		Nr. 149	Nr. 150	Nr. 151	Nr. 152
		Ölgehalt in % im Durchschnitt der Jahre 1923 u. 1924			
Novgorod	58° 40′	34,6	36,8	—	—
Omsk	54° 58′	31,3	35,6	40,4	37,7
Smolensk	54° 17′	34,6	37,5	43,1	42,0
Moskau	53° 50′	36,2	—	42,8	40,8
Voronesh	51° 40′	35,1	—	39,6	—
Saratov	51° 38′	36,1	36,6	41,6	40,0
Pultava	49° 35′	32,9	36,1	39,6	40,9
Bukariani (1670 m ü. M.)	41° 45′	33,6	—	40,6	—
Taschkent	41° 26′	33,7	—	37,3	41,8

Faktorenkomplexe festgesetzt — oder mit den Worten Vavilovs: „die Einteilung in Öl- und Faserflachse ist das Resultat der natürlichen Selektion auf Frühreife in der Richtung von Süden nach Norden" (Vavilov 1925,

Es ist dabei sehr zu beachten, daß die individuelle Variation (Habitus und Fertilität) in derselben Richtung geht wie die erbliche Differenzierung. Bei Verpflanzung nach Norden werden südliche Ölflachse höher, umgekehrt nördliche Faserflachse im Süden niedriger und verzweigter. (Ebenso wirkt sich dichter und schütterer Stand aus.) Dagegen hat sich der Ölgehalt als weitgehend konstant gegen klimatische Einflüsse gezeigt; stark modifikabel dagegen die Qualität des Öls; die Jodzahl[1]) steigt, je weiter nach Norden (Ivanov 1926) ein und dieselbe Sippe gebaut wird (siehe Tab. 31 u. 32).

Tab. 32. Jodzahl von zwei Flachsvarietäten in Abhängigkeit von der geographischen Lage des Kulturortes. Aus Tab. III in Ivanov 1926

	Geogr. Breite	Nr. 148	Nr. 149
Am Ladoga-See	59° 52′	—	182
Detskoje Selo	59° 44′	183,3	180
Novgorod	58° 40′	186,8	—
Moskau	55° 50′	184,8	178,5
Gorki (Smolensk)	54° 17′	179,1	173,0
Saratov	51° 38′	180	174
Askania Nova	46° 27′	173,8	166
Taschkent	41° 26′	—	162
Vladivostok	43° 05′	168,8	160,3
Bakuriani (1670 m ü. M.)	41° 45′	183,5	179,35

Aus dem Vorstehenden ergibt sich, daß die Entwicklung der eurasiatischen Kulturflachse von einem Ursprungs- und Mannigfaltigkeitszentrum in Nordindien, Buchara, Afghanistan aus gesichert scheint, daß aber die Auffassung der mediterranen Gruppe als einer hiervon verschiedenen, selbständigen, speziell in den östlichen Gebieten, noch weiterer Klärung bedarf.

Beide Gruppen sind Kulturflachse — es fragt sich, wo und in welcher Form der Wildtypus zu suchen ist.

Geschichte der Kultur

Der Lein gehört mit Weizen und Gerste zu den ältesten Kulturgewächsen, und, wie sie, setzt er bei seinem Eintritt in unseren Gesichtskreis bereits eine längere Geschichte in der Kultur voraus. Die Ableitung vom Wildtypus liegt vor aller erfaßbaren Zeit — es fragt sich, ob man den Weg, den die Entwicklung genommen, am etwa primitiveren Zustand der ersten Flachsformen erkennen kann.

Die ältesten Reste von Lein, Früchte und Fasern wurden von Unger in den Ziegeln der Dashurpyramide (V. Dyn.) nachgewiesen.[2]) Man nimmt an, daß er damals (in Ägypten) nur für Öl gebaut wurde, da die gleichzeitigen Mumien noch in Wolle gehüllt sind. Von der XII. Dynastie ab (Schweinfurth 1883, 1884) sind aber außer Samen als Totengabe bereits leinene Gewänder bei Priestern gefunden und die bildlichen Darstellungen von Flachsbau, Spinnen und Weben weisen auf seine bereits übliche Verwendung als Faserpflanze. Da man ihn reißt, nicht schneidet, muß es einjähriger Lein gewesen sein (also abweichend von *L. angustifolium*, siehe unten). Die Samen sind 4,5 bis 5 mm lang, also etwas kleiner als die des heutigen ägyptischen Leines; das gleiche gilt für die Kapseln, die mit 7,8 bis 8 mm gegen heute 8,5 bis 10 mm stehen (siehe Tab. 30). Der

1) Unter der Jodzahl versteht man die Anzahl g Jod die erforderlich sind, um 1 g Öl (ungesättigte Säure!) abzusättigen.

2) Noch älter sind sumerische Funde, die ich unter den mir von C. Preusser (vgl. Anm. S. 161) überwiesenen Samen aus Khafaji als Lein bestimmen konnte. (Zusatz bei der Korr.).

altägyptische Lein steht also in den Größenausmaßen den heutigen Ölflachsen des westasiatischen Formenkreises nahe.

Ganz abweichend ist der neolithische Pfahlbautenlein. (Erste Zusammenstellung der Funde bei Heer 1865, besonders nach Keller, IV. Pfahlbautenbericht; letzte bei Neuweiler, X. Pfahlbautenbericht 1929.) Der Pfahlbautenlein ist ein kleinkapseliger, kleinsamiger Lein mit geschlossenen bis schwach dehiszierenden Kapseln (Abb. 68); als Regel nach Wettstein, der 80 Kapseln untersucht hat, geschlossen. Nach Heer steht er am nächsten *L. angustifolium* Huds., nach Neuweiler *L. austriacum* L., der im Wallis wild vorkommt; nach Gentner einem noch heute in Oberbayern, Bündener Land, Tirol und Kärnten gebauten Winterlein. Der Pfahlbautenlein wurde jedenfalls sowohl für Öl bzw. zur Nahrung (Leinsamen in Kuchen) als zur Fasergewinnung gebaut; die Leinenbereitung (Spinnen, Weben) stand auf zwar nicht hoher Stufe, war aber doch bis zur Herstellung von einfacheren Geweben gediehen (siehe bes. IV. Pfahlbautenbericht und Messikommer 1913; dort schöne Abbildungen von Geweben usw.). Man nahm bisher an, daß der Flachsbau später in diesem Bezirk verschwunden sei; erst im 3. bis 5. Jahrhundert v. Chr. taucht er wieder auf — nun aber mit den heute allgemein gebauten Sommerformen von *L. usitatissimum* übereinstimmend, die, wie man weiter annahm, mit den Völkerwanderungen von Osteuropa mitgebracht wurden. Die Ableitung Gentners gründet sich vor allem auf die Art der Verzweigung. Er hält danach den Pfahlbautenlein nicht für einjährig, sondern für — wenn nicht perenn — so doch winterjährig. Abb. 69 aus Gentner (1921) zeigt die Übereinstimmung des Verzweigungssystems der beiden miteinander verglichenen Formen — sowohl was den Ansatz am Wurzelkopf als den Winkel der Blütenstandszweige betrifft.

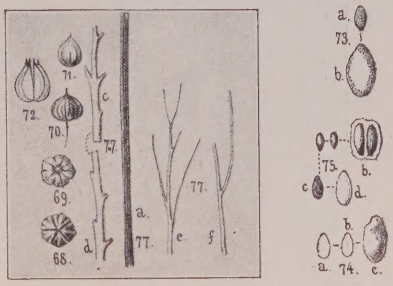


Abb. 68. Pfahlbautenlein. Nach Heer 1865. *68—71* u. *75* verkohlt; *72—74* unverkohlt, nat. Gr.; *73b* u. *74c* 2fach. *77* Stengelstücke und Verzweigungsmodus.

Nach Versuchen Gentners ist der oberbayrische Winterlein Wechselfrucht; es liegt also die Entwicklung als sommer- oder winterannuelle Pflanze in der Variationsbreite der Art. Das gleiche gilt für die technisch wichtigen Eigenschaften: der Winterlein ist dem Aufbau seines Stengels nach (Kremer 1923) eher zum Samenlein zu stellen, der Frucht nach aber ist er kein typischer Öllein (1000-Korngewicht 3,6 bis 5,6 g).

Dazu kommt ein weiteres Merkmal der Kapsel, das den Pfahlbautenlein dem Winterlein angleicht und in die Variationsbreite von *Linum angustifolium — Linum usitatissimum* einreiht: Die Kapseln des Pfahlbautenleins sind wie die des Winterleins zwar geschlossen (oder fast ganz geschlossen); die Scheidewände bei beiden Formen sind aber bewimpert, wie es sonst nur bei Springlein und bei *Linum angustifolium* der Fall ist (Abb. 70).

Die Feststellungen Gentners, welche auf einen direkten Zusammenhang zwischen dem Pfahlbautenlein und dem Alpenwinterlein hinweisen, gewinnen eine Stütze, wenn man daran denkt, daß diese schwer zugänglichen Gebirgstäler Hüter für so manches Erbe aus der neolithischen Zeit gewesen sind — es sind dieselben Gegenden, die noch bis heute oder doch bis vor kurzem Einkorn, Emmer, Binkel und Pfauengerste gebaut haben oder bauen.

Über den Winterlein führt aber dann der phylogenetische Zusammenhang zu den rezenten Sommerflachsen rückwärts über Rußland in das Verbreitungszentrum Südwestasiens. Indische Flachse vermitteln endlich den Zusammen-

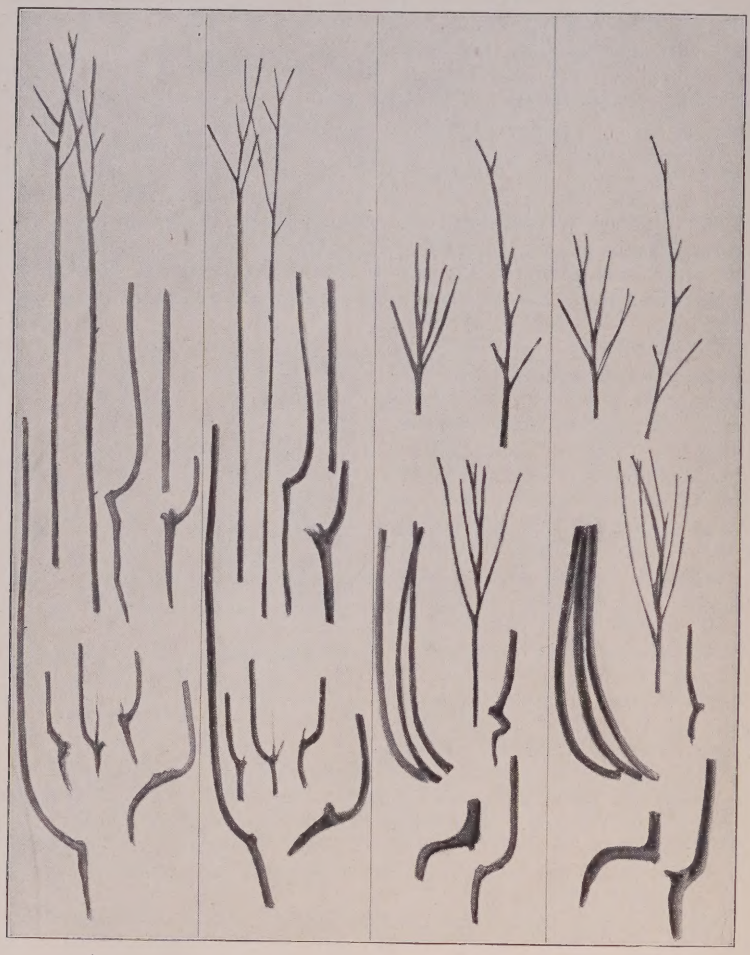


Abb. 69. Pfahlbautenlein und Winterlein. Nach Gentner 1921.
A Wurzel- und Sproßteile des Pfahlbautenleins nach der Abbildung von Heer.[1])
B Entsprechend ausgewählte und zugeschnittene Wurzel- und Sproßteile des Winterleins.

hang mit einem Teil der heutigen ägyptischen Formen, während die Hauptmasse derselben, abgesehen von den Maßen, dem Typus des altägyptischen Leins entspricht. Der Winterlein Gentners steht seinerseits den anderen Formen des Winterleins, die hier und da gebaut werden, nahe. Nach Heuzé (1860) z. B. in

1) Aus Heer 1872.

Frankreich und Spanien. Unter diesen sieht HEER *L. hiemale Romanum* HEER und *L. ambiguum* JORD. als Zwischenformen zwischen Pfahlbautenlein und *L. angustifolium* an.

Den zweifelhaften Unterschieden zwischen den Flachsen der verschiedenen Länder alter und jüngerer Kulturen stehen somit weitgehende Übereinstimmung und vielfach durch Bindeglieder vermittelte Anschlüsse gegenüber. Das erste hatte DE CANDOLLE (1855) veranlaßt, in seiner Géographie botanique raisonnée einen polyphyletischen Ursprung des Kulturleins anzunehmen. Unter dem Eindrucke der das Gemeinsame betonenden HEERschen Untersuchungen vertritt er in Origine 1883 eine monophyletische Ableitung von *L. angustifolium* HUDS.

Dieser kleinblütige, äußerst kleinsamige Lein (Abb. 66*c* u. 67*d*) kommt heute noch spontan von den Canaren bis Westpersien vor — nach BUSCHAN fehlt er in Ägypten. Die Art ist wie *L. usitatissimum* polymorph und von diesem durch kürzeren zarten Stengel, kleinere Blüte, Frucht und Samen, starke Bestockung und Verzweigung unterschieden. Im Gegensatz zu *Linum usitatissimum* springt die Kapsel bei der Reife auf und die Samen werden spontan ausgestreut. Die Scheidewände der aufspringenden Kapseln sind bewimpert. Bis auf dies typische Wildpflanzenmerkmal also ist *L. angustifolium* von *L. usitatissimum* nur durch solche quantitativen Merkmale unterschieden, welche die Kultursorten untereinander unterscheiden. Das „Wild"merkmal: aufspringende Kapsel verbunden mit der Bewimperung der Scheidewände findet sich aber auch in einem Formenkreis von *L. usitatissimum*, den man deshalb als Spring-, Kleng- oder Klanglein, *L. us.* var. *crepitans* BOENINGH bezeichnet (Abb. 67*a*). Diese morphologisch primitive Form, die einen Hauptbestandteil der ägyptischen Funde ausmacht (SCHWEINFURTH) wird heute noch vereinzelt angebaut: in der Ukraine, Ostrußland, Süddeutschland (Bayr. Wald, Schwarzwald), Nordwestspanien und Portugal und kommt in klein- und großsamigen, frühen und späten Sippen vor (ELLADI 1929), nach VAVILOV gelegentlich als Einsprengsel in Schließlein. Trotzdem dürften diese ebenso wie die weit voneinander entfernten Vorkommen nicht mutativ entstanden sein, sondern vielmehr als Relikte einer größeren Verbreitung in früherer Zeit zu deuten. Das alte Ägypten kannte nach BUSCHAN (UNGER) beide Formen, Schließlein wie Klenglein. Weiterhin ist *L. angustifolium* abweichend von *L. usitatissimum* zweijährig oder perenn. Nach TAMMES kommen aber auch einjährige Sippen vor. Auch wächst *L. angustifolium* in mitteleuropäischem Klima (HEER, TAMMES) sehr wohl als einjährige Pflanze. Andererseits kennen wir auch bei *usitatissimum* Formen von verschiedener Entwicklung: sommer- und winterannuelle (siehe auch das Kapitel über Winter-Sommertyp [S. 31 u. f.]). In diesem Zusammenhang gewinnt die Beziehung, die GENTNER zwischen Alpen-Winterlein und dem Pfahlbautenlein gefunden hat, an Bedeutung.

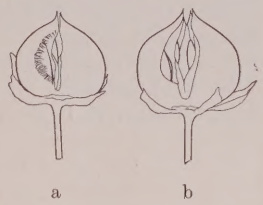


Abb. 70. Innenansicht einer Leinkapsel, *a* mit behaarten, *b* mit unbehaarten Septen. Nach TAMMES 1918.

Die übrigen Merkmale, die *angustifolium* von *usitatissimum* unterscheiden, sind nach TAMMES (1924) durch Faktoren bestimmt, die zu den entsprechenden bei *L. usitatissimum* im Verhältnis der multiplen Allelie stehen. Somit ist die genotypische Verwandtschaft der beiden „Arten" außerordentlich eng. Beide sind ferner homostyl, haben die gleiche Chromosomenzahl ($2n = 30$), sind unbeschränkt und fertil miteinander kreuzbar. TAMMES spricht deshalb der Ableitung von *usitatissimum* aus *angustifolium*, für die zuerst HEER, später KÖRNICKE ein-

trat, größte Wahrscheinlichkeit zu. Vavilov dagegen lehnt diese Ableitung ab und erkennt *angustifolium* zwar als *usitatissimum* nahestehend, nicht aber als Stammform an. Dafür spricht ihm hauptsächlich die geographische Verbreitung (Abb. 65). Das heutige Verbreitungsgebiet von *L. angustifolium* ließe allenfalls auf einen Zusammenhang mit dem mediterranen Formenkreis schließen. In Ägypten aber weisen bereits die ältesten Funde großsamigen Lein auf: 4,5 bis 5,5 und 5 mm (Buschan) gegen 5 bis 6,1 rezent, gegen 3,5 beim Pfahlbautenlein und 2,5 bei *angustifolium*. Daß der Pfahlbautenlein ein Bestandteil der von den Pfahlbauern aus dem Osten mitgebrachten, nicht einer auf einheimischen Pflanzen aufgebauten Kultur ist, unterliegt keinem Zweifel. Das Problem seiner Herkunft läuft deshalb mit dem der alt-orientalischen Kulturflachse zusammen. Es scheint, morphologisch, kaum schwieriger, ihm einen Platz in dem orientalischen Formenkreis zuzuweisen, wie dem Wildlein *L. angustifolium*. Nach allem, was oben gesagt ist, überdeckt sich die Variationsbreite von *Linum usitatissimum* und *Linum angustifolium* weitgehend. Bezüglich der geographischen Verbreitung tritt hier dasselbe Problem auf, das uns beim Weizen begegnet ist: Das heutige Areal der Wildform deckt sich nur mit dem einer Gruppe innerhalb der Kulturformen. Reichen somit die kleinsamigen indischen Flachse in das Verbreitungsgebiet von *L. angustifolium* nicht hinein, so fehlt in Indien wiederum der „Wild"typus, der zu spontaner Verbreitung befähigt ist. Auf die zur Zeit noch nicht geklärten Beziehungen zwischen den ägyptischen (und abessinischen?) und indischen Flachsen wurde bereits hingewiesen. Über die prinzipielle Stellung Vavilovs zum Anschluß an die wirklich wilden Formen siehe in Kap. 2, S. 26.

Tab. 33. Chromosomenzahlen in der Gattung Linum
Nach Tammes (1928), Bibliographia Gen. IV, S. 28; ergänzt.

Linum	n		2n	
catharticum L.	8	V. u.S.	>57	M.
hirsutum L.	8	V. u. S.		
grandiflorum Desf.	8	V. u. S.	16	N. M.
„ „	9	K.	(17)	(M.)
perenne L.	9	K., N., V. u. S.	18	M.
austriacum L.	9	K.	18	K. M.
Lewisii Pursh.	9	K.	18	K.
Sibericum Dl.	9	K.	18	K.
alpinum L.	9	V. u. S.		
tenuifolium L.	9	V. u. S.	18	M.
salsoloides Lam.	9	V. u. S.		
maritinum L.	10	V. u. S.		
capitatum Kit.	12	K.	24	K.
campanulatum L.	14	V. u. S.		
corymbiferum Desf.	15	K.	30	K.
nervosum	15	V. u. S.		
flavum L.			30	N. M.
			(32)	(M.)
angustifolium Huds.	15	R.	30	R.
	16	M.	32	M.
usitatissimum L,	15	R., V. u. S., K.	30	R. K. N, E. u. S.
	16	M.	32	M. G. (E. u. S.)

Untersucher: G. = Gairdener 1921; K. = Kikuchi 1926.
E- u. S. = Emme u. Schepeljewa 1927.
M. = Martzenitzina 1927; N. = Nicolajewa nach E. u. S.
R. = Reynders 1926; V. u. S. = Vilmorin et Simonet 1927.
( ) bedeutet seltene Zahl.

Die schwerwiegenden genetischen Argumente, die TAMMES für die Einbeziehung von *L. angustifolium* in die Aszendenz von *usitatissimum* bringt, werden durch die historischen und geographisch-systematischen Tatsachen eher gestützt als abgeschwächt.

Zu den cytologischen Befunden ist noch zu bemerken, daß das von NEUWEILER genannte *L. austriacum* L. $2n = 18$ Chromosomen hat; ebenso das gelegentlich angebaute *perenne* L. Einzig *flavum* L. hat nach NICOLAJEWA und MARTZENITZINA $2n = 30$ (oder 32) Chromosomen, so wie *L. angustifolium* und *usitatissimum*. Bei *usitatissimum* fand ein Teil der Untersucher 30, ein anderer 32. Nach EMME und SCHEPELJEWA kommen beide Zahlen vor, in ihrem Material (aus allen Gruppen) herrscht 32 vor, siehe die Chromosomentabelle 33.

IV. Kartoffel

Kartoffel: AUMIOT 1915. BERNARD 1910, 1911. BERSCH 1906. BERTHAULT 1910a u. b, 1911, 1913. BITTER 1912, 1913, 1914, 1915, 1922. BROILI 1920, 1921. DE CANDOLLE 1883, S. 57. CARRIER 1922. CLARK 1927, 1929. CLAUS 1922. CLOS 1874. CLUSIUS 1601. COOK 1925. COSTANTIN 1926. DORST 1924. DRUERY 1908. DUNAL 1852. FRUWIRTH 1925, 1928. FUKUDA 1927. GASSNER 1910. v. GRAEVENITZ 1921. HAHN 1903. HAUNALTER 1922. HECKEL 1904—1912, 1915. HECKEL u. VERNE 1912, 1913. JØRGENSEN 1928. JUZEPCZUK u. BUKASOV 1929. LABERGERIE 1905, 1906, 1907, 1908, 1915. LEVITSKI u. BENETZKAJA 1927. LUTMAN 1925. MÜLLER 1925. NEMEC 1899. OBERSTEIN 1921, 1930. PLANCHON 1909, 1910, 1912, 1913. PUTSCHE 1819. REILING 1924. ROZE 1898, 1899. RYBIN 1929a u. b, 1930. SAFFORD 1925. SALAMAN 1910a u. b, 1913, 1926, 1928, 1929. SALAMAN u. LESLEY 1923. SCHRIBAUX 1910. SCHWEINFURTH 1922. SEMSROTH 1930. SMITH 1927. SNELL 1919, 1921, 1922, 1929. STOUT u. CLARK 1924. STOW 1927. SUTTON 1909. VERNE 1912, 1913. VILMORIN u. SIMONET 1927, 1928. WHIGHT 1916. WITTMACK 1909a u. b., 1911, 1913, 1914a u. b. 1917. YOUNG 1923.

Die Kartoffel gehört zu denjenigen Kulturpflanzen, welche die Europäer bei der Entdeckung Amerikas schon als solche vorfanden; sie macht einen Hauptbestandteil in den ältesten dort nachgewiesenen Kulturen — der Inkas in Peru und Chile, der Mayas in Guatemala und der Azteken in Mexiko aus. Die Historiker datieren diese Kulturen, die aus reichen Funden in Begräbnisplätzen und halbverschütteten Städten zu uns sprechen, bis frühestens in das erste nachchristliche Jahrhundert. Das Gräberfeld von Ancon ist nach SCHAAFHAUSEN (WITTMACK 1886) nicht älter als 500 Jahre; es wurde z. Z. der Entdeckung Amerikas z. T. noch benutzt.

Die Funde bestehen in getrockneten Früchten und Knollen und Nachbildungen derselben in Terrakotta als Vasen und Gefäße (siehe die Abbildung bei COOK und bei SAFFORD, beide J. Her. 16, 1925).

Neuere archäologische Funde haben nach COOK Kulturen aus einer Prä-Inka- und Prä-Mayazeit klargelegt, welche durch megalithische Steinbauten gekennzeichnet sind — über Funde von Kulturpflanzen in denselben werden keine Angaben gemacht.

Einführung in Europa

Über die Entdeckung der Kartoffel durch die Europäer und ihre Einführung in Europa haben bis in die letzte Zeit hinein Unsicherheiten und Widersprüche geherrscht, die nach und nach aufgedeckt wurden. In einer zusammenfassenden Darstellung im Journal of Heredity 16, 1925 bringt W. E. SAFFORD eine kritische Übersicht über den Gang dieser Forschungen. Den Stand derselben bis 1909 findet man bei WITTMACK (1909), der auch eine Reihe Originaltexte (z. T. in Übersetzung) abdruckt. Aus der Fülle der Einzelheiten des Für und Wider geben wir im folgenden nur die Tatsachen, die uns heute festzustehen scheinen,

in kurzen Zügen wieder. Für alle Einzelheiten und Literatur sei auf die genannte Arbeit von SAFFORD verwiesen.

Den ersten authentischen Bericht über die Kartoffel enthält die Chronica del Peru des Pedro de Cieza de Leon 1553 in Sevilla, in den beiden folgenden Jahren in zwei weiteren Ausgaben in Antwerpen und Rom erschienen. CIEZA (spanischer Admiral) fand im Jahre 1538 im oberen Cauca-Tal und auf dem Hochplateau Collao im heutigen Columbien, sowie in Quito „in Höhen, wo kein Mais und kein Baum mehr wächst", zweierlei ausgedehnte Kulturen: *papas* und *quenoa* (= *Solanum tuberosum* und *Chenopodium Quinoa*). „Papas" werden als eine Art Erdnuß (turmas de tierra) beschrieben. Die Knollen werden an der Sonne getrocknet und in diesem Zustand unter dem Namen chuno konserviert. „Gekocht werden sie so weich wie Kastanien, aber haben eine Haut nicht dicker wie eine Trüffel". Es folgt alsdann ein Bericht über die Begräbnisplätze, die sich in langer Reihe an der pacifischen Küste hinziehen, in einer unfruchtbaren sandigen Wüste, die nur von den grünen Bändern der Flußläufe durchquert wird, die von den Anden herunterkommen und an denen sich Überreste alter verlassener Feldkulturen befanden.

Ein zweiter Bericht wurde 1588—1589 vom Jesuitenpater José de Acosta in Salamanca und Sevilla veröffentlicht über die „Natur- und Sittengeschichte der Indianer" (de los Indos). ACOSTA verbrachte die Jahre 1571—1576 in Südamerika und berichtet aus Peru, ebenfalls aus der Provinz Collao über den Anbau von pappas und die Bereitung von chunyo — etwa dasselbe wie CIEZA. Die komplizierte Trocknung durch abwechselnde Einwirkung von Sonne und Nachtfrost, die eine jahrelang haltbare brotartige Masse liefert, wird von einem seiner Begleiter ausführlich geschildert. In dieser Zeit bildet chunyo bereits einen wichtigen Handelsartikel der Spanier nach den Minen von Potosi hin.

Als dritter traf im November 1578 SIR FRANCIS DRAKE auf die gleichen Kulturen bei den Indianern von Südchile in der Nähe der Küste. In diesen gemäßigten Breiten steigen sie, wie viele andere Pflanzen von den Höhen in niedere Lagen herab und erreichen die Küste etwa in der Höhe von Valparaiso. Zehn Jahre später, als CAVENDISH (1587) in Südchile anlegte, waren „pappas" bereits ein Hauptnahrungsmittel auf den spanischen Schiffen, und er fand ganze Speicher damit gefüllt, bereit als Tribut an die Spanier geliefert zu werden.

Während aber DRAKE und CAVENDISH auf dem Umweg über das Kap der guten Hoffnung langsam heimkehrten, müssen, etwa in der Zeit von CIEZA und ACOSTA mit den spanischen Schiffen auch die Kartoffeln nach Spanien gebracht sein und als seltsame exotische Frucht in die Gärten Eingang gefunden haben. Durch Vermittlung der päpstlichen Gesandtschaft in Belgien erhielt PHILIPPE DE SIVRY, Präfekt von Mons im Hennegau, zwei Knollen und eine Frucht unter dem Namen Taratouffli aus Italien. Hier ist sie, wie aus dem Bericht des CLUSIUS (siehe unten) hervorgeht, um diese Zeit an einigen Orten bereits als Nahrung für Mensch und Vieh in Kultur; so besonders in der Umgegend von Toscana, wohin sie durch Barfüßer aus Spanien oder Portugal mitgebracht sei.

Im Januar 1588 sandte SIVRY dieses Material an CHARLES DE L'ÉCLUSE, den Direktor des Botanischen Gartens Rudolfs II. in Wien; im folgenden Jahre ein Bild, einen Zweig mit Blüten und Früchten und zwei Knollen darstellend (Tafel VIII bei WITTMACK 1909; Abbildung bei SAFFORD; farb. Repr. bei ROZE 1898) mit der Aufschrift: „Taratoufli a Philippo de Sivry acceptum Viennae 26 januarii 1588, Papas Peruanum Petri Ciecae". Dieses heute im Museum Plantin in Antwerpen befindliche Blatt ist somit die erste europäische Abbildung der Kartoffel.

In seiner Rariorum Plantarum Historia beschreibt Clusius die Pflanze genau unter der Überschrift: *Papas peruanorum* (dtsch. Übersetzung des Textes bei Wittmack 1909, S. 571). Er berichtet, daß Cieza sie unter dem Namen papas bei den Indianern bei Quito fand — daß sie aus Spanien oder aus Amerika nach Italien gekommen sei, woher, wie oben gezeigt, auch sein eigenes Material stammt. Zum Schluß fügt er hinzu: „Die Wurzeln, welche die Virginier Openauk nennen, sind ihnen augenscheinlich nicht unähnlich."

Clusius Werk erschien erst 1601 im Druck. Seine Darstellung muß indessen vorher schon zugänglich gewesen sein, denn auf seinen Angaben fußend und unter Berufung auf ihn bringt John Gérarde bereits 1597 in seinem Herball eine Abbildung von *Solanum tuberosum* mit der Inschrift: „Battata virginiana sive virginianorum et Pappas" und der Angabe, er habe sie aus Knollen, die aus Virginia stammen, in seinem Garten gezogen. Diese virginianische Herkunft ist seither stark in Zweifel gezogen worden, so bereits von de Candolle mit der Begründung, daß die alten Mexikaner die Kartoffel nicht gekannt haben; er führt weitere Zeugnisse von Asa Gray, Harris und Roulin an. Heute muß die Angabe als widerlegt gelten, wie aus folgendem hervorgeht. Offenbar hat Gérarde die Angaben von Clusius durcheinander geworfen und mißverstanden. So bringt er einerseits von Clusius den peruanischen Namen pappas, übernimmt aber als englische Bezeichnung potato den Namen von *Ipomoea Batatas* = sweet potato. In Virginia endlich ist nach dem Bericht des Historiographen der Kolonisation von Roanake, Herriot, aus dem Jahre 1588, *Glycine Apios* heimisch, die damals unter dem Namen Openawk (bei den Engländern ground-nut) ein in den englischen Kolonien viel gegessenes Nahrungsmittel war, heute nach Carrier dort eine Seltenheit. (Vgl. Jackson 1900 in Gard. Chr.) Diese hatte, wie erwähnt, Clusius zum Vergleich herangezogen — und hier liegt augenscheinlich der Grund dafür, daß Gérarde Virginia als Heimat der Kartoffel angibt.

Die Autorität Gérardes hatte zur Folge, daß 1. der Name der Batate als potato in die englische Sprache für die neue Knollenfrucht Eingang fand — und daß 2. die virginianische Herkunft dem Gründer der Kolonie Virginia auf der Insel Roanake, Sir Walter Raleigh den Ruhm der Einführung der Kartoffel in Europa und speziell in Irland eintrug. Als sich dann später herausstellte, daß Raleigh selbst nie in Virginia gewesen sei, wurde die Einführung der Kartoffel in England auf Sir Francis Drake übertragen, der die letzten Kolonisten der verunglückten Kolonie auf Roanake in die Heimat zurückbrachte.

Der Umstand, daß er von dort nur *Glycine Apios* mitbringen konnte, daß er erst nach zweijähriger Reise über den indischen Ozean nach England zurückkehrte, daß in den Berichten über seine Rückkehr die Kartoffel nirgends Erwähnung findet, daß endlich Gérarde weder ihn noch Raleigh als Gewährsmann nennt, all dies läßt Safford die Erzählungen, die sich an ihren Namen knüpfen, ins Reich der Legende verweisen.

Ein Jahr vor dem Erscheinen von Gérardes Herball gab Caspar Bauhin in seinem Phytopinax seu Enumeratio Plantarum Basil 1596 mit genauer Beschreibung der Pflanze den Namen *Solanum tuberosum*, den Linné übernahm. Eine Abbildung nach einem blühenden Exemplar aus dem Garten von Dr. Scholz in Breslau ist der Beschreibung beigegeben.

Muß man somit an der Angabe Gérardes, er habe sein Material in seinem Garten aus Knollen gezogen, die er aus Virginia erhalten habe, Zweifel hegen, so bedarf die sehr frühe Einführung und Verbreitung der Kartoffel in Irland, für die Safford keinerlei Dokumente gelten läßt, indessen der Erklärung.

Salaman (1926) ist daher, ebenso wie de Candolle der Ansicht, daß — neben der Einführung über Spanien — eine zweite, direkte Einführung in England

zu Recht bestehe, der GÉRARDE sein Material verdankt. Diese mag wohl auf Sir FRANCIS DRAKE und seine südamerikanischen Funde zurückgehen und ist durchaus vereinbar mit der Angabe von ROUGH (Encycl. 1836 cit. nach WITTMACK), daß sie zuerst auf dem Gute Sir WALTER RALEIGHS Youghall bei Cork in Irland gebaut sei. CARRIER (1922) macht es sehr wahrscheinlich, daß HERRIOT selbst, der 1586 nach seiner Rückkehr von Roanake zum Verwalter von RALEIGHS irischen Gütern bestellt wurde, sie mitgebracht hat.

Die Anschauung, daß noch eine zweite Quelle vorliege, wird von SALAMAN biologisch begründet — und zwar mit der Feststellung, daß nach Abbildung und Beschreibung zu urteilen, GÉRARDE und CLUSIUS zwei phäno- und genotypisch verschiedene Sippen vorgelegen haben. Die wesentlichsten Unterschiede sind, daß „CLUSIUS' Kartoffel eine sehr dunkelrote, spätestreife Sippe darstellt, GÉRARDES dagegen eine weißschalige von mittlerer oder selbst früher Reife" (SALAMAN 1926, S. 5). Aus der tabellarischen Gegenüberstellung beider Sorten greifen wir unter Weglassung der übereinstimmenden Merkmale noch folgende weiteren Unterschiede heraus (l. c. S. 4)

	bei CLUSIUS	bei GÉRARDE
Stengel:	bronze	rote Mittelrippe
Blatt:	steif[1])	hängend[1])
Blättchen:	ziemlich breit	lang, schmal
Zwischenblättchen:	klein, viel	mittelgroß, wenig
Laub	graugrün, hell	dunkelgrün
Infloreszenzen:	steif[1])	hängend[1])
Blüten (Oberseite)	dunkel heliotrop	hell heliotrop
Antheren	breit; orange	hell, goldgelb
Knollen:	rübenrot, Fleisch weiß	weiß
Reife:	sehr spät	mittel.

Auf Grund seiner sehr umfassenden genetischen Erfahrungen spricht SALAMAN die Ansicht aus, daß diese Merkmale genügen, um durch Aufspaltung und Kombination alle unsere heutigen Varietäten hervorzubringen (siehe unten).

Einheitlich weichen beide Sorten von der Mehrzahl unserer heutigen Kulturkartoffeln darin ab, daß ihre Knollen sehr ungleichmäßig in Form und Größe sind und Neigung zu Auswüchsen und sehr tief liegende Augen besitzen. In diesen Eigenschaften gleichen sie den alten peruvianischen Formen, und die ältesten heute noch bekannten europäischen Sorten, die z. T. noch in entlegenen Gegenden Englands gebaut werden, stehen ihnen hierin nahe, darunter z. B. Myatts Ashleaf (siehe Aufzählung bei SALAMAN, S. 7) (Abb. 71).

Weitere Verbreitung in Europa

Bald war die Kartoffel in ganz Europa bekannt, ohne indessen zunächst ökonomisch eine wichtige Rolle zu spielen. Einige Etappen seien festgehalten.

Um 1585 (CLUSIUS: „seit einigen Jahren") findet sie sich in Italien bereits lokal in stark betriebenen Kulturen (DE CANDOLLE S. 38); 1588 in Wien, Belgien, Frankfurt als Rarität in Gärten; 1596 in gleicher Weise in Breslau (SCHOLZ) und London (GÉRARDE). Unter den Kräuterbüchern des 17. Jahrhunderts nennt die Kartoffel: TABERNAEMONTANUS (1613, II. Buch, 197).

Die früheste Verbreitung als Volksnahrung fand sie in Irland. Hungerjahre sind überall die beste Propaganda für die Kartoffel gewesen. Als 1663 in Groß-

1) Meines Erachtens nach den Abbildungen umgekehrt!

britannien eine Hungersnot ausbrach, konnte auf ihre gute Bewährung in Irland bereits hingewiesen werden. Die Royal Society machte auf diese Nahrungsquelle aufmerksam; aber erst um die Mitte des 18. Jahrhunderts ist sie bis Schottland, gegen Ende desselben bis Südengland vorgedrungen. Nach CHRIST (1916) wird sie 1706 im Garten des Professors KÖNIG in Basel gebaut; 1744 ist sie dem Sohne von ZWINGER noch nicht von Sehen bekannt, doch gibt er an, sie werde in Italien, England und Burgund gebaut. In der zweiten Hälfte des 18. Jahrhunderts verbreitet sie sich langsam in der Schweiz. In Preußen pflanzte der Große Kurfürst 1651 die ersten Kartoffeln in seinem Garten. Friedrich Wilhelm I. versuchte mit wenig Glück sie einzuführen; erst Friedrich der

Abb. 71. Peruvianische Kartoffelvarietäten aus der Gegend von Cuzco und Ollantaytambo. Nach COOK 1925.

Große hatte nach dem Siebenjährigen Kriege in Schlesien Erfolg damit. Auf diesen Erfolg gründet sich alsdann die Einführung der Kartoffel in Frankreich durch PARMENTIER, der als Gefangener in Deutschland während des Siebenjährigen Krieges den hohen Wert der Kartoffel erkannt hatte. Mit Energie und Geschick setzte er sich für ihre Einführung in Frankreich ein, indem er die Autorität Ludwigs XVI. hinter sich zu stellen wußte.

Anfang des 18. Jahrhunderts kehrte die Kartoffel auf ihrem Eroberungszug durch die Welt auch wieder nach Amerika zurück und fand nun ihren Eingang in Nordamerika von Irland aus, zunächst nach Londonderry und anstoßende Bezirke; in Nordamerika wird sie deshalb zum Unterschied von der alteinheimischen Batate oder sweet potato als „Irish potato" bezeichnet.

Die Differenzierung der Sorten

Die große Mannigfaltigkeit der Rassen, die wir heute bei den Kartoffeln kennen, findet sich bereits in den alten peruvianischen Funden ausgeprägt. Alle Formen: rund, oval, langgestreckt und gerade oder gekrümmt,[1]) nierenförmig, auch hakig gebogen, sind vertreten (siehe Abb. 71). An Farben werden von Cook neben den gewöhnlichen gelben (papa amarilla = gelbe Kartoffel) auch violettschalige, tief violett unter der Haut und homogen violett gefärbte Sorten angegeben. Die Abbildungen zeigen ferner die große Variabilität in der Tiefe und Lage der Augen — von flachliegenden bis zu tief eingesenkten mit sogenannten „Augenbrauen" — spärlich und unregelmäßig verteilt bis zu fast regelmäßiger Skulptur, wie sie den Terrakotta-Bildnern wohl zum Muster gedient haben (Abbildungen bei Cook, S. 176 u. 177, 224 u. 227).

Die gleiche Mannigfaltigkeit zeigen auch die heute in diesen Gegenden von den Eingeborenen kultivierten Kartoffeln. Viele dieser Varietäten bauen nach Cook die Eingeborenen der Tafellanddistrikte zusammen an, haben aber für jede besondere indigen-genuine Namen und kennen ihre Eigenschaften wie wir unsere Äpfel und Birnen. Es ist anzunehmen, daß in diesen Distrikten, wo die Kultur kontinuierlich seit den prähistorischen Zeiten weitergepflegt wurde, die Entwicklung der Typen von den Kultureingriffen, die in Europa wirksam gewesen sind, unberührt geblieben ist.

Ursprung der „Weltmarkt"-Kartoffel

Es besteht nach vorstehendem kein Zweifel, daß die in Europa eingeführten Knollen bereits Kultursorten waren; es ist ferner so gut wie sicher, daß, ohne daß dieses beachtet wurde, im 16. Jahrhundert bereits zwei verschiedene Typen (Varietäten) nach Europa kamen. Wenn sich trotzdem eine gewisse Einförmigkeit bemerkbar machte, so liegt das an der Art der praktischen Vermehrung durch Knollen. — Die Klonvermehrung erhält die „Sorte", genetisch bedingt, unverändert (bis auf gewisse Ausnahmen, siehe unten). Daß daneben von vornherein auch Sämlingsvermehrung in geringerem Umfange getrieben wurde, wird berichtet. *Solanum tuberosum* ist fakultativer Fremdbefruchter; die Bestäubung findet durch sehr verschiedene Insekten statt (Fliegen, Käfer, Hummeln, Bienen, siehe Knuth 1899 Bd. II 104, Fruwirth Handb. Bd. III). Die natürlich vorkommenden Pflanzen sind daher weitgehend heterozygot. Die Tatsache, daß die ersten Kulturen vielfach auf ein, zwei Knollen zurückgingen, bewirkte, daß die abgesammelten Samen größtenteils aus Bestäubungen innerhalb von Klonen hervorgingen — d. h. genetisch: aus Selbstung. Die Absaat gab also Aufspaltung der bereits mitgebrachten Merkmale, hielt sich mithin innerhalb gewisser Grenzen, ja, konnte unter Umständen schnell zu konstanten Sorten führen.

Als erster berichtet bereits Clusius über eine derartige Aufspaltung (l. c.) nach Samenaussaat: „aber die Farben (der Blüten) sind von denen der Mutter verschieden, wie ich von anderen erfahren habe; ich habe niemals den Versuch gemacht. Mein Freund Hogelandius schrieb mir, daß bei ihm aus Samen, die ihm von mir geschickt waren, Stöcke aufgegangen seien, die ganz weiße Blumen brachten."

Soweit das erste Ausgangsmaterial des 16. Jahrhunderts nicht gleichartig war, konnte es somit, sobald Sämlingszucht betrieben wurde, in verschiedenen Gegenden zu verschiedener Variabilität — und bei der üblichen Klonenvermehrung dann schnell zu Lokalrassen führen. Salaman hat gezeigt, daß die zwei ungleichen Sippen, die Clusius und Gérarde beschreiben, hinreichen, um die

1) Wie die Sorte Posthörnchen.

ganze Mannigfaltigkeit der uns aus der älteren Zeit in Europa bekannten Typen hervorzubringen. Clusius' Kartoffel ist heterozygot für Blütenfarbe und Knollenform. Nach Salamans Erfahrungen war sie alsdann auch heterozygot für Knollenfarbe; beetroot—red aber gibt bei Selbstung dunkel- und hellrot; bei Kreuzung mit anderen Sorten, auch mit „weiß", oftmals schwarz als Kombinationsfarbe.

Gérardes Knollen waren weiß und Clusius' rübenrot, aber weißfleischig. Weißes Fleisch ist dominant (nicht völlig) über gelbes Fleisch. Es konnten mithin, wenn etwa Klonnachkommen beider Sippen miteinander bastardierten, sowohl dunkelschalige (schwarze) als gelbfleischige Individuen herausspalten. In der Tat sind in sehr frühen Kulturen in England gelbfleischige Sorten bereits bekannt. Yam, eine der ersten Futterkartoffeln, ist gelbfleischig (siehe Tab. 36). Schwarze Kartoffeln werden 1795 zuerst erwähnt.

Allem Anschein nach ist bis tief ins 19. Jahrhundert hinein den Kartoffelkulturen kein neues Blut zugeführt worden.

Einen Anstoß zu stärkerer Verwendung der Sämlingszucht brachten die Abbauerscheinungen, die um die Mitte des 18. Jahrhunderts begannen sich geltend zu machen und die man, zunächst unter dem Namen „curl", und weiter bis in die neuste Zeit hinein, der fortgesetzten vegetativen Vermehrung zuschob. Man ging daher zur Aussaat der Samen über, was schnell zu einer so großen Vielförmigkeit führte, daß bereits 1806[1]) fast alle heutigen Typen vertreten sind (siehe bei Salaman, S. 6—7). Aus jener Zeit stammen die schon genannten Yam und Ashleaf.

Besonders katastrophal war das Jahr 1845, das durch *Phytophthora*-Infektion fast den gesamten irländischen Kartoffelbestand zerstörte. Von dem Gedanken der Verjüngung durch die sexuelle Fortpflanzung ausgehend, hat erstmalig William Paterson in Dundee begonnen, wo immer er Kartoffelkulturen fand, Beeren abzusammeln, und hat Sämlingszucht in größtem Umfange, mit Selektion wesentlich auf Immunität, betrieben. Wahrscheinlich von alten irischen Klonen ausgehend, erzielte er im Jahre 1856 die Sorte „Paterson's Victoria", die für viele andere Stämme Ausgangsmaterial geworden ist.

Einen anderen Weg der Verjüngung schlug in Amerika Goodrich ein, indem er sich neues Material von Kulturkartoffeln aus Chile kommen ließ — er nannte die 1851 importierte Sorte „Rough Purple Chili". Durch fortgesetzte Sämlingszucht gingen hieraus bei ihm und anderen Züchtern nacheinander Garnet Chili, Early Rose und Beauty of Hebron hervor, die nun ihrerseits in den folgenden Dezennien vielfach eingekreuzt wurden. Die zweite Hälfte des 19. Jahrhunderts brachte daher in allen Ländern mit diesem neuen englischen und amerikanischen Material durch Spontanbefruchtung und willkürliche Kreuzung die große Menge der bekannten Züchtungen hervor. Mit der Zeit machte sich das Unwesen der Neubenennung alter Sorten geltend, die in der heute scharf kritisierten Synonymik zum Ausdruck kommt.

Als das Jahr 1879 wiederum mit einer verheerenden *Phytophthora*-Epidemie die schädliche Abbauwirkung zu demonstrieren schien, faßte, ganz unter dem Einfluß der Verjüngungstheorie stehend, der englische Züchter Sutton den Plan, der Kartoffel durch Kreuzung mit ihrer wilden Stammform wieder gesundes Blut zuzuführen. Auf seine Veranlassung wurden in Chile, Peru und den anstoßenden Ländern die wilden Arten gesammelt und *Solanum Commersonii*, *Maglia* und *etuberosum* Lindley (später als *edinense* bezeichnet) nach Europa

1) Bericht von Cartwright an das Board of Agriculture. Exakte Methoden zur Züchtung aus Samen führte erst Andrew Knight ein.

gebracht. Aussaaten aus Samen und Knollen, sowie Kreuzungen zwischen Wild- und Kulturformen wurden ausgeführt.

Mit dem Mendelismus erhielt diese Richtung einen neuen Antrieb von anderen Gedankengängen aus, während gleichzeitig die Abbauerscheinungen, die man mit der asexuellen Fortpflanzung kausal verknüpft hatte, mehr und mehr auf Krankheiten zurückgeführt wurden. Es begann zielbewußte Kombinationszüchtung mit den Komponenten: Immunität der Wildkartoffeln — wertbildende Eigenschaften der Kultursorten.

Der praktische Erfolg dieser durch viele Jahre gehenden Experimente war fast überall negativ. Wie Salaman nachgewiesen hat, besonders deshalb, weil die Wildkartoffeln — wenigstens gilt dies für das leicht mit *S. tuberosum* zu kreuzende *S. utile* Klotzsch — Hemmungsfaktoren für Knollenbildung (crop-inhibitors) besitzen, die in praktisch störender Weise mit anderen Faktoren gekoppelt sind (Salaman 1923).

Nur an einer Stelle ist ein wirklicher Fortschritt in Richtung auf Immunität durch Kreuzung mit Wildkartoffeln erzielt worden. Leider sind die ersten Angaben gerade über das Ausgangsmaterial dieser Kreuzungen so ungenau, daß sie für diese theoretisch so überaus wertvolle Frage nicht Aufschluß zu geben vermögen. Es handelt sich um die Züchtungen der Biologischen Reichsanstalt für Land- und Forstwirtschaft, die von Kreuzungen Broilis ausgingen und ihre letzte praktische Auswertung durch K. O. Müller erhalten haben. Fest steht allein, daß die zu weiterer Selektion verwendeten Stämme aus zwei Kreuzungen mit amerikanischen Wildsippen stammen; die eine ist die Kombination:

„Kartoffelrasse, die sich bei den Chilote-Indianern Südamerikas in Halbkultur befindet × Switez", die andere „leitet sich von einer Rasse ab, die mit einem Wildrassen-Sortiment aus Amerika gekommen, durch Inzucht weitergezüchtet und mit Kulturkartoffeln gekreuzt wurde." Um welchen Formenkreis von „Wildkartoffeln" es sich also handelt, ist nicht mehr festzustellen.

Aus diesem Material sind stark resistente Sippen hervorgegangen, die sich den Markt erobern müssen (Müller 1925).

Abstammungsfragen

Dagegen haben diese Kreuzungen sich in anderer Hinsicht als sehr fruchtbar erwiesen, insofern als sie zu einer äußerst lebhaften Diskussion über die Abstammung der Kulturkartoffeln und ihre Beziehung zu den knollentragenden *Solanum*-Arten anregten.

Denn wenn, wie gezeigt wurde, die Kartoffel in der gleichen Weise wie Weizen und Gerste von ihrem ersten Auftreten in der Kulturgeschichte an uns bereits in einem hochkultivierten Zustand begegnet, so ist mit vorstehendem nur die Frage beantwortet, wie die Kartoffel in die europäische Kultur gekommen ist. Es bleibt die zweite Frage zu erörtern: wohin führt die phylogenetische Linie von dieser Kulturform zur Wildform, eine Linie, die jedenfalls in prähistorische Zeit zurückweist.

Die Tatsache, daß unsere Kulturkartoffeln alle heterozygot sind, daß es bereits, wie wir sahen, die erstimportierten gewesen sind, obwohl Selbst- wie Fremdbefruchtung wirksam sind, sowie die vielfach stark ausgeprägte Sterilität legen den Gedanken eines hybriden Ursprungs nahe.

Was zunächst das Hauptanpassungsmerkmal im Sinne de Candolles: Knollenbildung anbetrifft, so ist zweifellos Größe und Gleichmäßigkeit der Knollen in hohem Maße durch bewußte Selektion gesteigert. Die Fähigkeit zur Knollenbildung überhaupt und auch zur reichlichen Knollenbildung ist aber in gewissen Gruppen der Gattung *Solanum* von Natur aus stark ausgeprägt; sie finden

sich sowohl in eßbarem als in ungenießbarem Zustande. Cook (1925) zeigt indessen, daß starke Knollenbildung in der Heimat der Kartoffel nicht auf die Solanaceen beschränkt ist, sondern in sehr verschiedenen Familien auftritt. Ein Teil derselben ist in Kultur genommen, viele aber werden wild abgesammelt. Abbildung und eine Liste derselben l. c. S. 99, z. B. *oca*-Knollen von *Oxalis*, *anyus* = *Tropaeolum* usw.

Es liegt also kein Grund vor, die Knolle als Kulturprodukt anzusehen und die Stammpflanze der Kartoffel unter den *Solanum*-Arten ohne oder mit geringer Knollenbildung zu suchen. Die Kompensationstheorie Darwins, der Gedanke, daß die reichliche Knollenbildung ein Ersatz für die stark zurückgedrängte sexuelle Vermehrung ist, muß dabei aber abgelehnt werden. Denn neben Sippen, die selten oder nie blühen (siehe bei Snell 1921, S. 32) wie Hero, Böhms Erfolg, steht die Blühfreudigkeit von Cimbals Ella, Early Rose, Silesia u. a.; neben der Sterilität von Kamekes Citrus oder Thieles Kuckuck steht reicher Beerenansatz von Deodara, Fürstenkrone. Es ist bekannt, daß der Grad der Blütenbildung und des Ansatzes zwar einerseits Sorteneigentümlichkeit ist, andererseits aber in hohem Maße von Klima und Witterung zu bestimmten Entwicklungsperioden der Blüte abhängig (Versuche von East 1908).

Es ergibt sich also zunächst, daß die Stammeltern der Kartoffel in der Gruppe *Tuberarium* von *Solanum* zu suchen sind. Nach Bitter ist diese Gruppe durch folgende Merkmale gekennzeichnet:

1. Besitz von Knollen,
2. Blütenstiel in der Mitte artikuliert,
3. Stärkekörner einfach, länglich, exzentrisch geschichtet,
4. Fehlen von Steinzellkörnern in den Beeren.

Die Monographie der Gattung *Solanum* steht noch aus; Bitter, der mit ungeheurem Fleiß und größter Sachkenntnis durch viele Jahre die Arten und Formen aus Amerika nach Originalmaterial, Herbarsammlungen und eigenen Kulturen durchgearbeitet hat, ist vor Zusammenstellung zu einer einheitlichen Arbeit gestorben. Die Einzelartikel in Feddes Repertorium, Band XI—XVIII, 1912—1922, warten auf diese letzte Auswertung. Wenn man den Wandel, den die Anschauungen über die Abstammung der Kulturkartoffel durchgemacht haben, überblickt, so zeigt sich, daß Bitter den Vorstellungen, welche wir uns nach den Arbeiten der letzten Jahre von genetischer und cytologischer Seite her machen müssen, bereits von seiner morphologisch und pflanzengeographisch orientierten Arbeit her sehr nahe gestanden hat.

So sagt er bereits 1913 (Repert. XII, S. 152): „Je länger ich die Kulturkartoffeln vergleichend studiere, um so mehr komme ich zu der Überzeugung, daß sie aus der Kreuzung einer ganzen Anzahl wilder Typen hervorgegangen ist". Diese Angabe bezieht sich, wohlgemerkt, nicht nur auf die europäischen Kulturkartoffeln, sondern Bitter studierte vergleichend — z. T. im Nachbau — das bei Araukanern und Inkavölkern und im heutigen Süd- und Mittelamerika bis Mexiko gebaute Material an Kulturkartoffeln. In seinen Diagnosen ist mit *Solanum tuberosum* stets eine kultivierte Form bezeichnet. Andere (z. B. Wittmack, Wettstein in Engler) fassen die Bezeichnung *tuberosum* in weiterem Sinne und schließen eine Anzahl der weiterhin als selbständige Arten genannten Formen als Unterarten ein.

Im folgenden ist, was wir über die Beziehungen zwischen Kultur- und Wildkartoffeln wissen, zusammengestellt.

Die allein in Betracht kommende Sektion „*Hyperbasarthrum*" wird von Bitter (Repert. XI) eingeteilt in die Reihen:

I. Reihe des *Sol. Maglia* Schlecht. — Hierzu u. a. *Maglia, medians.*
II. Reihe der chilenischen Arten; *palustre, etuberosum* Lindley.
III. Reihe der *Conicibaccata*, hierzu *columbianum* Dun.
IV. Reihe des *Sol. Commersonii* Dunal mit Arten vom östlichen Brasilien, Argentinien, Paraguay und in Mexiko vertreten; hierzu *Commersonii, Jamesii* u. a.
V. Reihe der mexikanischen Arten mit radförmiger Krone, die den Kulturkartoffeln nahe stehen, hierzu: *utile, verrucosum* u. a.

Von wesentlicher Klärung für die phylogenetischen Beziehungen sind auch bei der Kartoffel die cytologischen Untersuchungen geworden; wir geben deshalb die Liste der verwandten Arten nach Rybin mit den von ihm und anderen festgestellten Chromosomenzahlen (Tab. 34). Eine ältere Liste über Zählungen früherer Autoren, nur an Kulturkartoffeln, findet sich bei Rybin 1929, S. 665 (siehe Tab. 35).

Tabelle 34. Chromosomenzahlen von wilden Kartoffeln.
Nach Rybin 1929 (Tab. II, S. 669)

	2n =	Unregelmäßigkeiten in der Reduktionsteilung
Sectio Tuberarium s. str. Bitter		
subsectio Basarthrum Bitter:		
muricatum Ait.	24	
subs. Hyperbasarthrum Bitter (echte Knollentragende)		
I. Gruppe. Columbianische Arten der *Conicibaccatae:*		
columbianum Dun. var. *Trianae* Bitter n. f.	48	
II. Gruppe. Arten mit stellater Krone, *Pinnatisecta:*		
chacoense Bitt.	24 *	
Jamesii Torr.	24 *	
Commersonii Dun.	36	
coyoacanum Bukasov n. sp. (= Coll. spez. *Sol. cardiophyllum*)	36	
III. Gruppe. Arten mit radförmiger Krone.		
a) Untergruppe der Chile-Peruanischen Küste.		
medians Bitt. (Repräs. e. Kollektivart = S Maglia Schlechtend.	36	
palustre Poepp?	48	
b) Untergruppe der Peru-Bolivianischen Anden:		
Bukasovii Juz. n. sp. } sehr nahe d. dort. Kultur-Kart.	24	
aracc-papa Juz. n. sp. } sehr nahe d. dort. Kultur-Kart.	24	
acaule Bitt. var. *subexinterruptum* Bitt.	48	
solanum sp. *Curao* 150 Unkraut } s. nahe d. Kultur-Kart.	36	
solanum sp. *Curao* 151 Unkraut } s. nahe d. Kultur-Kart.	48	
c) Untergruppe der mexikanischen Arten:		
*demissum*** 5 versch. Formen	72 *	
Antipovichi Buk., ∼ kult.	48	
Fendleri Asa Gray	48*	
ajuscoense Buk., ∼ kult.	48	
Hybride Formen:		
demissum × Kultur *tuberosum* F_1	60	
tuberosum × *utile* F_n	48	
edinense Berth.	60	

* Ebenso Smith 1927. ** Identisch mit *S. utile* Klotzsch.

Zu den von der Selektion unberührten „Konstitutionsmerkmalen" nach Nägeli gehören Blüte und Frucht. Sie konnten sich deshalb auch in der Kultur artspezifisch in großer Einförmigkeit (vgl. die Cruciferen) erhalten. Für die Kulturkartoffeln — *Sol. tuberosum* s. str. — sind charakteristisch:

lange pfriemliche gewimperte Kelchzipfel, radförmige Blumenkrone, kugelförmige Narbe und runde Beeren (Abb. 72).

Die anderen Arten weichen in einem oder dem anderen der genannten Merkmale ab. Zu den von Wittmack auf Grund dieser Übereinstimmung zu *tuberosum* gestellten Unterarten gehört eine Reihe von Formen, die von Chile bis Mexiko

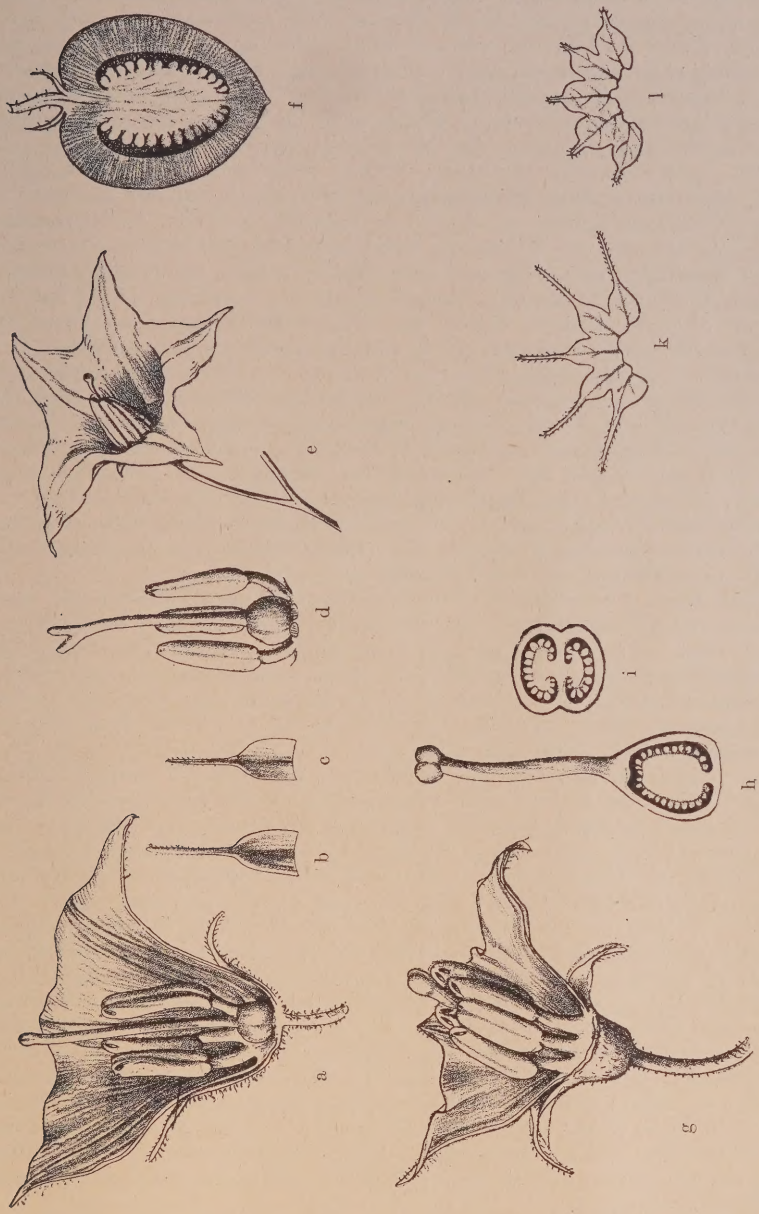


Abb. 72. Blüten- und Beerentypen der Wild- und Kulturkartoffeln. Nach Wittmack 1908.
a—d = *Sol. Maglia*, e—f und i = *Sol. Commersonii*, g—k = *Sol. tuberosum*.

oder ausschließlich in Mexiko verbreitet sind — und es ist die Frage entstanden, ob Mexiko oder Chile-Peru als Ursprungszentrum der Kulturkartoffeln anzusehen ist.

Bitter hält, trotz seiner Gruppe V Chile für den Ausgangspunkt. Wittmack zeigt, daß in Mexiko sowohl Formen mit radförmiger als mit sternförmiger Krone vorkommen, während Südamerika im Osten nur Arten mit sternförmiger, im Westen nur solche mit radförmiger Krone besitzt. Er schließt daraus, daß Zentralamerika die „Urheimat" der knollentragenden fiederblättrigen *Solanum*-Arten sei; von dort aus hätten sich die Formen mit sternförmiger Blumenkrone nach Südosten (und Nordwesten, *Jamesii*), diejenigen mit radförmiger nach Südwesten (*tuberosum, Maglia*) verbreitet. Dem steht die Tatsache gegenüber, daß die europäischen Eroberer, wie Humboldt ausdrücklich feststellt, keinerlei Zeichen von Kultur der Kartoffel in Mexiko fanden; spätere Ausgrabungen, die von Wittmack selbst botanisch bearbeiteten Funde von Ankon bestätigten dies. Alle Anzeichen weisen mithin auf Peru als Kulturzentrum für die Kartoffel hin. Ausgehend von der Tatsache (Cook), daß die gesamte alte peruvianische Kultur auf einheimische Pflanzen aufgebaut ist, wird man die wilden Vorfahren der Kartoffel jedenfalls in Peru suchen.

Behält man diese botanischen, wie die kultur- und pflanzengeographischen Einschränkungen im Auge, so scheiden aus der Aszendenz der Kulturkartoffel die meisten der im Laufe der Zeit dafür genannten Arten wieder aus. So lehnte de Candolle die Einbeziehung von *Sol. immite* Dunal, *verrucosum* Schl., *Commersonii* Dun. und *Maglia* Mol. aus botanischen Gründen ab — obwohl er anerkennt: „sie mögen in einer früheren geologischen Periode von einer einzigen Urform ihre Abstammung herleiten". Die späteren Franzosen, insbesondere Heckel und Planchon glauben wiederum, daß (wildes) *tuberosum, Commersonii* und *Maglia* am Aufbau der Kartoffel beteiligt sind.

Von diesen muß *Solanum Commersonii* Dunal, die Sumpfkartoffel, ohne weiteres ausgeschieden werden. Ihr Vorkommen an der Ostküste Südamerikas, ihr Standort auf feuchten, sumpfigen Böden (überschwemmte Ufer Uruguays), die sternförmige Krone, die herzförmige Beere trennen sie weit von unseren Kartoffeln (Abb. 72e u. f). Die Knollen, die am Ende langer Stolonen stehen, sind säuerlich, bitter, wässerig, ungenießbar; die Lentizellen hervorragend, die Schale rauh (n = 36; siehe unten).

Am ehesten könnte noch *Sol. Maglia* Mol. mit einiger Wahrscheinlichkeit für den Aufbau der Kulturkartoffel herangezogen werden, da es an der Küste Chiles heimisch ist, die Drake und Cavendish auf ihren Reisen besuchten. Es liebt aber feuchtere und wärmere Standorte als *tuberosum*. Darwin fand es — die noch bei de Candolle nach Darwin beschriebene Pflanze ist nach Wittmack sicher nicht *tuberosum*, sondern *Maglia* — auf den Chonos-Inseln und in den feuchten Wäldern Südchiles bis zum 50. Grad südl. Breite. Es hat also, wenn sich auch sein Verbreitungsgebiet im Norden mit dem von *tuberosum* überschneidet, eine mehr nach Süden konzentrierte Verbreitung, so daß es in der peruanischen Kultur kaum eine Rolle gespielt haben kann. Botanisch hat es zwar die radförmige Krone und einen Kelch wie *tuberosum*; die abweichend zweispaltige Narbe hat Salaman in der Kultursorte *Abundance* wiedergefunden (l. c. S. 183). Die Frucht ist herzförmig, das Blatt stark abweichend in der Ausbildung der Fiedern. Die Knollen sind etwas kleiner als Kulturkartoffeln (nach Darwin vereinzelt bis zu zwei Zoll), meist violett, aber auch rot und gelb (Caldcleugh), wässerig, bitter. Nach Versuchen von Sutton gelingt die Kreuzung mit *tuberosum* nur schwer; nach von Graevenitz nur mit *Maglia* als Mutter; auch dann enthalten die Beeren keinen Samen (n = 36).

Aus botanischen Gründen scheidet auch die Gruppe mit kurzen, rundlich dreieckigen Kelchzipfeln aus, aus der in diesem Zusammenhang das chilenische *etuberosum* Lindley genannt worden ist; aus geographischen Gründen das auf Mexiko beschränkte *Sol. verrucosum*; das gleiche gilt für *stoloniferum, suaveolens, demissum, utile* (nach Rybin eine Form von *demissum*, siehe unten) und *Fendleri* (= *boreale*).

Es bleibt nun, als in den Anden von Peru, Bolivien und Chile heimisch, eine Gruppe mit radförmiger Krone, die als *tuberosum* zu bezeichnen oder ihm sehr nahestehend, in diesen Gegenden in Kultur, Halbkultur oder wild vorkommt. Es liegt eine Reihe älterer Angaben über spontanes Vorkommen solcher Formen vor:

Hooker (zit. nach de Candolle) beschreibt *Sol. tuberosum* 1831 für Chile als einheimisch und wild: an Flußufern, Schluchten und Hügeln in der Nähe des Meeres; Caldcleugh aus Schluchten bei Valparaiso; aus der Gegend von La Paz in 3730 m Höhe bei einer durchschnittlichen Temperatur von 10° C mit Nachtfrösten, welche die bei uns so frostempfindlichen Pflanzen in dem trockenen Klima zu überstehen vermögen.

Die älteren Angaben über spontanes Vorkommen in Peru sind vielfach angezweifelt worden. Das chilenische Küstenklima steigt hier in den Anden in die Höhe; und hier in dem alten Kulturzentrum wird auch heute die Kartoffel überall in Kultur angetroffen, während an der nunmehr zu warmen Küste zwischen 18—3° südlicher Breite *Sol. Columbianum* u. a. an die Stelle von *tuberosum* treten.

Wie weit peruanische Standorte wirklich wild, wieweit aus der uralten Kultur wieder verwildert, läßt sich gewiß oft schwer entscheiden. Interessant ist in dieser Hinsicht die Geschichte des *Solanum edinense* Berth. Sutton erhielt die Art, die er für *Sol. etuberosum* Lindl. hielt, aus Peru. Ihrer pfriemlichen Kelchzipfel wegen stellte Wittmack sie zu *tuberosum*, Berthault bezeichnete sie schließlich als *edinense*. Ihre Knollen maßen zwei bis drei Zoll im Durchmesser und „wurden eßbar", wie Druery (1908) sich ausdrückt. Als diese Pflanze nach 20jähriger Kultur 1906 endlich ansetzte, ergab die Aussaat 20 Pflanzen, die nach Laub, Knollen, Blüten alle verschieden waren; alle Typen der Kulturkartoffel traten auf. Die wahrscheinlichste Erklärung schien Spontanbestäubung durch Kulturkartoffelpollen. Sorgfältige Selbstung hatte indessen das gleiche Resultat. Nach Druery hat *Sol. edinense* den für Wildarten charakteristischen symmetrischen oval bis elliptischen Pollen. Salaman sieht die Pflanze, die 24 und 30 Chromosomen (nach Campin) in heterotypischen Platten mit den charakteristischen Störungen zeigt, als einen Bastard an — nach der Chromosomenzahl muß es ein Speziesbastard sein; er vermutet eine Kreuzung *tuberosum* × *utile* (24 × 36). Diese Angaben sind neuerdings von Rybin bestätigt, der die Chromosomenzahl auf $2n = 60$ angibt.

Solanum edinense ist übrigens in den 20 Jahren bis 1906 in Reading (England) resistent gegen *Phythophthora* gewesen, was auch für eine Kreuzung mit Wildkartoffel spricht (siehe S. 226). Von da ab wurde es allerdings nach Salaman nach und nach anfällig.

1927/28 hat die oben erwähnte russische Expedition reiches Material knollentragender wilder und kultivierter *Solanum*-Arten in Südamerika und Mexiko gesammelt. Außer den bereits bekannten wilden Arten konnten eine Reihe weiterer festgestellt werden, die sich in das im Anschluß an Bitter aufgestellte System, wie in Tab. 34 gezeigt, einreihen. Besonders die Gruppe der peru-bolivianischen Anden ist durch diese Sammlung um eine größere Anzahl Typen bereichert worden (siehe auch Tab. 36). Die russischen Forscher konnten auch die von Cook

Tab. 35. Chromosomenzahlen der kultivierten Kartoffel
Tab. 1 aus Rybin 1929, S. 665

		ha	Anzahl untersuchter Varietäten	di	Anzahl untersuchter Varietäten	
Nemec	1899	—	—	ca. 36 > 36	1	
Mano	1904	—	—	ca. 34	1	
Young	1923	—	—	14 od. 16	1	?
Fukuda nach Kihara	1924	24	mehrere	—	—	
Nikolaeva.	1925	—	—	±48	1	
Müller	1925	—	—	±36	?	?
Lutman	1925	—	—	36	—	nicht bestätigt
Campin nach Salaman	1926	24	4	—	—	
Stow	1927	24	16	48	mehrere	
Levitsky u. Benetzkaja	1927	—	—	±48	3	
Fukuda	1927	24	mehrere	48	29	
Smith	1927	24 u. 48	5	—	—	
Vilmorin et Simonet	1927	24	1	—	—	
	1928	24 u. 48	3	—	—	
Jørgensen	1928	24	1	—	—	
Adams nach Salaman	1928	24	1	—	—	

geschilderte, im Gegensatz zu unserer Kulturkartoffel auffallende Mannigfaltigkeit der peruanischen Kartoffeln bestätigen. Damit wird Peru-Bolivia als „Mannigfaltigkeitszentrum" im Sinne Vavilovs und mithin als Ursprungszentrum der Kulturkartoffel gekennzeichnet. Bukasow (zitiert nach Rybin[1]) beschreibt eine Anzahl neuer wilder Arten, die den in der gleichen Gegend gebauten Sorten äußerst nahe stehen. Ein Teil derselben kommt in den Kulturen als Unkraut vor (unter Curao 150 und 151 beschrieben, ohne Speziesbezeichnung), andere machen einen Bestandteil der Ruderalflora aus.

Diese Tatsachen sprechen zugunsten der von Cook und Bitter ausgesprochenen Annahme, daß die alten Inkas (oder gar Prä-Inkas) ihre Kartoffeln aus verschiedenen knollentragenden Wildarten ihrer Heimat in Kultur genommen haben.

Daneben steht als ein zweites Formzentrum Chile, wo nur 48-chromosomige Formen vertreten sind.

Und endlich scheint sich noch ein kleineres selbständiges Zentrum im Süden, bei der Insel Chiloe, ausgebildet zu haben (Rybin 1930), dem die europäischen Kartoffeln morphologisch und cytologisch sehr nahe stehen.

Auch die cytologischen Befunde weisen auf Peru-Bolivia, nicht auf Mexiko als Ausgangspunkt der Kartoffelkultur in Amerika.

Unsere Kulturkartoffeln haben nach übereinstimmenden Angaben 2n = 48 Chromosomen (eventuell geringe Abweichungen); Levitzky, Rybin, Smith, Vilmorin et Simonet, Stow (siehe Tab. 35).

Nach Rybin sind unter den Wildarten der peru-bolivianischen Anden Arten mit 24 und mit 48 Chromosomen vertreten. Ebenso aber fand er unter den peruvianischen Kulturkartoffeln, abweichend von unseren tetraploiden auch viele diploide. Ja, auch die Zahl 36 (triploid) ist vertreten. Ein Blick auf die aus Rybin zusammengestellte Liste, Tab. 36, ergibt, daß in Zentral-Peru und Bolivia die niedrigchromosomigen Formen in großer, um nicht zu sagen in gleicher Zahl

1) Die Publikationen des russischen Genetikerkongresses 1929 sind mir nicht zugänglich gewesen.

Tab. 36.
Chromosomenzahlen der kultivierten in Amerika einheimischen Kartoffeln
Nach Angaben von Rybin 1929 und 1930. (Anzahl Arten mit 24, 36, 48 Chr.)

	Anzahl Chromosomen		
	24	36	48
Mexiko	—	—	1
Guatemala	—	—	1
Columbia	1	—	25
Zentral-Peru	15	2	33
Süd-Peru	4	13	69
Bolivia	14	6	11
Chile	—	—	42
237 Sorten	34	21	182

Die Einzelangaben siehe bei Rybin 1930.

wie die hochchromosomigen vorkommen, während sie nach Süden zu (Süd-Peru und vor allem Chile) fast oder ganz zurücktreten. Die Wildkartoffeln von Mexiko nehmen mit ihrer hohen Chromosomenzahl 2n = 72 neben 2n = 48 eine Sonderstellung ein.

Zusammenfassung

Aus diesen neueren Untersuchungen zusammen mit den älteren Ergebnissen, wie sie oben dargestellt wurden, stellt sich das Problem der Abstammung der Kartoffel folgendermaßen: Es ist zu unterscheiden zwischen der Kulturkartoffel, wie wir sie kennen und wie sie in der Weltwirtschaft eine Rolle spielt — d. h. der seit dem 16. Jahrhundert in Europa und von Europa aus verbreiteten Kartoffel — und der Kulturkartoffel überhaupt, wobei dann die erst in letzter Zeit (Cook, Bukasow-Rybin) bekannt gewordenen einheimisch-amerikanischen Kulturformen mit einzubeziehen sind.

In diesem letzteren, weiteren Sinne ist die Kartoffel polyphyletisch: es sind verschiedene einheimische wilde knollentragende Gewächse in Kultur genommen und in der uns bekannten Weise vervollkommnet worden. Das „wilde *Solanum tuberosum*" löst sich damit in eine Anzahl verschiedener Lokalarten auf.

Im ersteren, engeren Sinne ist die Kartoffel monophyletisch, wofür historische, botanische und genetische Beweise mit bis zur Gewißheit gesteigerter Wahrscheinlichkeit erbracht worden sind.

Zweimal in den 60er und 70er Jahren des 16. Jahrhunderts wurden Angehörige der gleichen Art mit der gleichen Chromosomenzahl, aber mit verschiedenen Erbanlagen nach Europa importiert und haben sich langsam auf dem Weg über die Gärten den Boden Europas und rückkehrend Nordamerikas erobert.

Wie Salaman gezeigt hat, enthielten sie im wesentlichen die Faktoren, die das Erbgut unseres heutigen Kartoffelsortiments aufbauen.

Es ist möglich, daß die von Goodrich (Amerika) aus Peru und Chile bezogenen Kulturkartoffeln auf andere Arten zurückgehen, als die alten Klone von Clusius und Gérarde. Sicherlich haben sie ihnen sehr nahe gestanden, denn der Typus der europäisch-amerikanischen Kartoffel ist durch diese Einführung kaum geändert worden.

Wildkartoffeln in Kultur

Der Versuch, die Wildkartoffeln direkt in Kultur zu nehmen, ist im Anschluß an die Einführung der Wildkartoffeln durch Sutton verschiedentlich gemacht worden und hat zu der heute nur noch historisches Interesse beanspruchen-

den Theorie von HECKEL der „Mutation infolge von Symbiose" geführt, auf die deshalb nur mit zwei Worten eingegangen werden soll. Danach sollen *Solanum Maglia* und *S. Commersonii* durch fortgesetzte Kultur bei starker Düngung sich mutativ in Kulturkartoffeln umwandeln (Versuche von LABERGERIE, BERNARD u. a.). Da hierbei Hühnermist spezifisch wirksam schien, führt HECKEL diese Umwandlung auf die Wirkung von Bakterien zurück, die in Symbiose mit den Knollen leben sollen. In gleicher Weise wirke deshalb die unmittelbare Nähe von Kulturkartoffeln, indem hier eine direkte Übertragung der wirksamen Bakterien angenommen wird. Die Versuche sind in jahrelanger Arbeit an verschiedenen Stellen wiederholt, stets ohne Erfolg (mit einer Ausnahme: PLANCHON). 1909 hat WITTMACK gezeigt, daß die angegebenen Resultate auf Versuchsfehler und Irrtümer zurückzuführen sind. Literatur siehe bei FRUWIRTH (1925) S. 339.

Es haben weiterhin die Kultur von Wildkartoffeln versucht, z. T. mit der Absicht, sie praktisch einzuführen, mit:

Solanum Commersonii	WITTMACK, FRUWIRTH (S. 339), GRIFFON in Grignon, GASSNER.
Solanum verrucosum	nach DE CANDOLLE in Gex bei Genf 1855, BERTHAULT.
Solanum Maglia	ROSE bei Paris; BERTHAULT; nach DE CANDOLLE bei Genf; SABINE, London 1822.
Solanum utile	BERTHAULT.
Solanum boreale *Solanum stoloniferum*	ROSE, Paris.

Das allgemeine Resultat ist 1. daß bei vegetativer Vermehrung die Stämme konstant bleiben, nur eine gewisse Vergrößerung der Knollen unter günstigen Kulturbedingungen zu beobachten ist;

2. daß der Beerenansatz auch bei den Wildformen z. T. sehr gering ist;

3. daß die Pflanzen bei Selbstung konstant sind.

Zu Punkt 3 ist von rein genetischem Standpunkt aus weiterhin noch mit *Sol. chacoense, Fendleri, Jamesii* gearbeitet (STOUT 1924).

Sortenbildung durch Mutation

Die einem Teil der HECKELschen Beobachtungen zugrunde liegende biologische Erscheinung ist Knospenmutation. Sexuelle Mutation wird sich bei der Kartoffel infolge der weitgehenden Heterozygotie und der Schwierigkeit, Samen aus Selbstung zu gewinnen, schwer nachweisen lassen. Man wird also auch die Knospenmutationen großenteils nur per analogiam als echte Mutationen anerkennen können. Knospenmutationen sind aber gerade bei Kartoffel beobachtet und vielfach der Ausgangspunkt neuer Klone (Sorten) auch für die Praxis geworden.

Sichere Fälle sind nur von SALAMAN (1910, 1920) und DUCOMET (1923) berichtet (siehe die kritische Besprechung bei SALAMAN 1926). SALAMAN z. B. fand an der braun- und rauhschaligen Golden Wonder ein gelblichweiß- und glattschaliges Auge, dessen Klondeszendenz, durch 4 Jahre konstant, der Sorte Langworthy entspricht.

Die Tatsache, daß Staudenauslese innerhalb der Klone zur Isolierung neuer „Sorten", zu Fortschritten in der Züchtung führt, findet ihre theoretische Erklärung eben hier.

Leicht feststellbar sind Knospenmutationen, die Blütenfarbe, Knollenfarbe und -form, unter Umständen auch -größe betreffen. Daß ebensowohl physiologische Knospenmutationen möglich sind, ist hiernach biologisch selbstverständ-

lich. Eine solche beschreibt MacKelvie (nach Salaman). Eine ausführliche Zusammenstellung bringt Fruwirth (1925), S. 331—346. Fruwirth ist geneigt, diese Variationen, soweit die rezessive Eigenschaft erscheint, als „vegetative Aufspaltung nach Bastardierung" anzusehen, da sich in gewissen Fällen die Mutationen in den ersten Generationen nach Bastardierung gehäuft zeigten. Es liegt in der Natur der Sache, daß vegetative Aufspaltungen innerhalb einer heterozygoten Pflanze, z. T. zu denselben Resultaten führen müssen wie echte Mutationen, die unabhängig von Bastardierung sind. Das Auftreten dominanter Eigenschaften, z. B. roter Augen an sonst weißen Knollen, ist nur als echte Mutation zu deuten (Dorst 1924); es liegt kein Grund vor, diese Ursache bei Auftreten rezessiver Eigenschaften auszuschalten.

Die Neigung vegetativ zu mutieren ist, zahlenmäßig gefaßt, sehr gering, aber wie es scheint, sortenweise verschieden. Während ein so geschulter Beobachter wie East in dreijährigen Kulturen von etwa 700 Sorten nur 12 morphologische Varianten beobachtete, fand Kiessling in 10 Jahren zwei, Krantz innerhalb einer Sorte (Early Ohio) von sieben Herkünften durch drei Jahre keine einzige, dagegen sind in der Sorte Wunder von Amerika nach Ducomet (1923) Knospenmutationen sehr häufig.

Praktisch auf diesem Wege entstanden sind z. B. nach Salaman

America aus Early Rose
white Beauty of Hebron aus Pink Beauty of Hebron,
Red King Edward VII aus King Edward VII.

Entstehung neuer Sorten auf dem Wege der Pfropfung nach Thiele ist theoretisch nicht erklärlich (außer als Periklinalchimäre Baur 1923) und in Versuchen von Snell (1921) nicht bestätigt.

Synonymik

Die starke Abhängigkeit der Kartoffel von äußeren Bedingungen, besonders des Bodens, mit anderen Worten ihre Modifizierbarkeit einerseits; die erbliche Plastizität, Mutabilität andererseits haben dazu geführt, daß eine Synonymik allmählich überhand genommen hat, die in der landwirtschaftlichen Praxis stark mißbraucht worden ist. Die hiergegen staatlich organisierte wissenschaftliche Kontrolle in den sog. Sortenregisterkommissionen hat es sich zur Aufgabe gemacht, Identität bzw. Originalität der auf den Markt gebrachten Sorten zu prüfen. Die hierfür geleistete Arbeit hat naturgemäß wertvolle Ergebnisse zur Sortenbildungsfrage geliefert, insofern, als einerseits sichere Mutationen und sichere Kreuzungen festgestellt, andererseits Stammbäume klargelegt wurden. Hier besonders die Arbeiten von Snell (1921; Oberstein (1921) mit acht Stammbaumtafeln besonders schlesischer Züchter; hier sind u. a. die Cimbalschen Züchtungen bis auf alte Typen, wie Early Rose, Blaue Riesen (vgl. S. 225), zurückgeführt. Auch Salaman (1926) bringt die Synonymik in großer Vollständigkeit und teilt, soviel bekannt, über Aszendenz der Sorten mit; siehe auch Semsroth (1929, 1930).

Abbau

Für die Geschichte der Kartoffel als Kulturpflanze ist endlich noch die Frage des Abbaus von Interesse. Unter Abbau verstand man ursprünglich die Erscheinung, daß gewisse Sorten der Kartoffel nach einer mehr oder minder langen Periode beständigen Anbaus zunächst an züchterischem Wert, schließlich an Lebensfähigkeit (Wüchsigkeit, Gesundheit) überhaupt abnehmen — daß sie schließlich absterben (Sortentod) und aus der Kultur somit verschwinden. Mit anderen Worten, Abbau wurde gedeutet als eine physiologische Alterserscheinung

Tabelle 37. Versuche und Statistiken über „Lebensdauer“ von Kartoffelsorten (Klonen)

Sorte	Versuchsansteller oder Berichterstatter	Ort der Kultur	Zeitdauer	Ergebnis
16 Sorten	Bieler	Pentkowo	10 Jahre	ungeschwächt
8 Sorten	Ontario Agr. College	Ontario (Kanada)	16 Jahre	in den letzten 8 Jahren besser als in den ersten
Imperator und Daber	Eckenbrecher	Zusammenstellung aus Deutschland	1875 bis 1916	mittlerer Ertrag in dz/ha in 5jähr. Perioden: 217—224—243—225—239—219
Imperator	„	Deutschland	seit 1875 im Handel	Höchsterträge 1916 270 und 358 dz
Daber	„	„	1916 ungünstiges Jahr	Höchsterträge 1916 180 und 201 dz
Hvit Jämtlandspotatis	—	Schweden	100 Jahre	wird immer noch gern gebaut
„ „	Heribert Nilsson	Landskrona	1913	in einem Sortenanbauversuch mit 67 Sorten an 1. Stelle
Early Rose	—	Amerika	ca. seit 1855	alte Sorte v. Goodrich
„ „	Fruwirth	Schweiz	seit 1867	verbreitet und geschätzt
Burbank	„	Nordamerika	seit 1872	„ „ „
Surinam	„	England	seit 1795	„ „ „
Magnum bonum	—	England	seit 1876	abgebaut
„ „	—	Schweden	seit ca. 1875	eine der besten
Myatts Ashleaf	Salaman	—	seit ca. 1775	fast homozygot
Dala				
Yam				noch heute auf den Orkney-Inseln gebaut, an andern Orten blattrollkrank
Champion	(Salaman)	Irland	seit vor 1877	resistent — wird nach Malta exportiert

des Klons als „Individuum", die mit dem individuellen (Klon-) Tod endet. Wir wissen heute, daß der „Abbau" eine komplex bedingte Erscheinung ist, die sich teils auf Bodenmüdigkeit (landwirtschaftlich-kulturelle Ursachen), teils auf Krankheiten (äußere biologische Ursachen) zurückführen läßt und je nach der Sortenempfindlichkeit diesen Ursachen gegenüber (innere Ursachen) sich mehr oder weniger stark äußert. Nicht nur Experimente an anderen Objekten haben gezeigt, daß es einen Klontod aus inneren Ursachen nicht gibt, daß auch bei asexueller Vermehrung bei unverändertem Genotypus unter den zum Leben notwendigen äußeren Bedingungen das Individuum als Klon „potentiell unsterblich" ist. Nicht nur dies, sondern ein aufmerksamer Blick in die Geschichte der Kartoffelsorten lehrt das gleiche. Wir kennen Sorten, die — seit diese Beobachtungen laufen — z. T. mehr als 50 Jahre in Kultur sind und dennoch zu den besten gehören, während viele andere — aus verschiedensten (z. T. oben genannten) Gründen landwirtschaftlich nicht befriedigend — ausgeschieden sind. Die nebenstehende Tabelle 37, z. T. nach FRUWIRTH Hdb., soll das veranschaulichen.

V. Weitere amerikanische Kulturpflanzen

A. Cucurbitaceen

Cucurbitaceae: BOENICKE 1911. BORDAKOW 1929. CARRIER 1923. CASTETTER 1926, 1928, 1930. CASTETTER u. ERWIN 1927. CHEVALIER 1901. COGNIAUX-HARMS 1924. ERWIN u. HABER 1929. GABAEV 1929. HAGEDOORN 1923. HARMS 1922 a u. b. KEIMER 1924. KOBIAKOVA 1929. KOVALEVSKY 1929. KOZHUKOV 1925, 1930. KRATZER 1918. MC KAY 1930. MEURMAN 1925. NAUDIN 1859. PANGALO 1929a, b, c, d, e, f, g, h. REISS u. STÜBEL 1910. SAVELLI 1927. SCHELEKETA 1930. SCHWEINFURTH 1908, 1922, 1925. STRASBURGER 1910. VAVILOV 1924, 1925. WITTMACK 1888, 1890, 1910. ZHITENEVA 1930. Bull. appl. Bot. 23/3 das ganze Heft 1929—30.

Unsere Kenntnisse über die Herkunft der kultivierten Cucurbitaceen sind seit DE CANDOLLES Zeit wesentlich geklärt. Die Grundlage für die morphologisch systematische Gliederung bildet auch heute noch die Monographie NAUDINS (1856 u. 1859); dann vor allem die Bearbeitung der Cucurbitaceen von COGNIAUX-HARMS in ENGLERS Pflanzenreich (IV, 275 II) 1924 und endlich Band 23/3 des Bull. appl. Botany, das die Bearbeitung des russichen und durch die russischen Expeditionen gesammelten Materials aus Asien und Amerika bringt.

In der älteren Literatur sind Gurken, Kürbisse und Melonen vielfach durcheinander geworfen, so daß es oft nicht möglich ist, aus der Beschreibung und Benennung, besonders in altgeschichtlichen und mittelalterlichen Schriften direkt die Art zu erkennen. Dies um so mehr, als, wie die neueren Bearbeitungen ergeben, die Formen der einzelnen Gattungen und Arten stark transgredieren. Das ist eine Folge der Parallelvariation, die gerade bei den Cucurbitaceen sehr stark ausgeprägt ist und zu ausgesprochen homologen Reihen geführt hat (PANGALO, GABAEV u. a.).

Für die Kultur kommen in Frage folgende Arten:

Cucumis sativus L., Gurke (Cucumber, concombre),
Cucumis melo L., Melone,
Lagenaria vulgaris SER., Flaschenkürbis (Bottle-gourd, calebasse),
Cucurbita pepo L., Kürbis (pumpkin, courge),
Cucurbita maxima DUCH., Kürbis (squash, courge),
Cucurbita moschata DUCH., Kürbis (gourd, courge),
Citrullus vulgaris Schrad., Wassermelone (water melon, pastèque).

Bei allen diesen Arten sind Wild- und Kulturformen — *agrestis* und *cultus (culta)* — zu unterscheiden. Eine zweite parallele Variation führt nach den

russischen Forschern zu den beiden Reihen *gracilior* und *rigidus (rigida)*, die in der Mehrzahl der Arten gefunden sind.

agrestis und *cultus* sind wesentlich durch quantitative Merkmale unterschieden: *agrestis* ist kleinfrüchtig, trägt dafür aber reicher; *cultus* großfrüchtig, aber mit geringerer Anzahl Früchte. Die Mehrzahl der *agrestis*-Formen hat bittere Früchte, doch gibt es auch solche mit süßen Früchten, z. B. die wilden Melonen von Erythraea (*Cucumis melo vulgaris agrestis*), während umgekehrt auch bittere Früchte unter Kulturformen vorkommen. *Agrestis* ist somit wie z. B. Harms bei *Cucumis melo* betont, ein Sammelname für alle kleinfrüchtigen wilden Formen. Die eigentlich systematische Gliederung ist vielmehr durch die zweite Parallelvariation ausgedrückt, welche die zwei Hauptformtypen: *gracilior* und *rigidus* ergibt, die sich habituell und physiologisch unterscheiden: die *gracilior*-Formen sind zarter und frühreifer, die *rigidus*-Formen robuster und haben eine längere Vegetationsperiode. Nicht für alle Kulturformen sind heute die *agrestis*-Typen bekannt (siehe unten), doch sind die Reihen mit intensiver Sammlung und Bearbeitung des Materials immer vollständiger geworden (siehe bes. Bull. appl. Bot. 23/3). Nach dem heutigen Stande der Forschung sind alle Formen bis auf die Gattung *Cucurbita* altweltlich; bezüglich *Citrullus* und *Lagenaria* gehen die Meinungen noch auseinander.

Cucumis sativus L., Gurke

Die Gurke ist heimisch im nördlichen Ostindien (Engler in Hehn; Harms); die von Cogniaux angegebenen Standorte im afrikanischen Wald- und Steppengebiet sind wohl eher auf *Cucumis melo* zu beziehen.

Als Wildform wird *C. Hardwickii* Royle angesehen (de Candolle; Harms) mit kleinen bitteren Früchten, die nach Harms medizinell an Stelle von Koloquinte verwendet werden. Die Kulturformen sind heute als Gemüse in allen wärmeren und gemäßigten Gebieten zu finden. Nach Gabaev verteilen sich die asiatischen Kulturformen in der Weise, daß *gracilior* den Westen — konzentriert speziell in Cilicien —, *rigidus* den Osten Asiens einnimmt.

Das Wort Gurke geht auf ein altgriechisches Wort zurück, das über die slawischen Völker etwa im 16. Jahrhundert nach Deutschland gekommen ist. Die ersten im 16. Jahrhundert in Europa kultivierten Gurken sind eine kurzfrüchtige Rasse; die langen haben sich erst später ausgebreitet (Fischer-Benzon). Das alte Ägypten wie auch das heutige kennt die Gurke nicht, doch war sie bei Griechen und Römern bekannt.

Cucumis melo L., Melone

Die Melone dagegen gehört zu den frühesten Kulturgewächsen; auf den Tempelbildern des Alten und Neuen Reiches in Ägypten findet sie sich in mannigfachster Darstellung (Schweinfurth 1925). Sie ist das am häufigsten dargestellte Gemüse neben Zwiebeln, Salat, Lauch und Knoblauch, wird als Tribut von Bauern in Körben geliefert. Die Cucurbitaceen werden heute in Ägypten in offenen Feldern gebaut, nicht in Gartenkultur; und es ist anzunehmen, daß dies auch in alter Zeit geschah, besonders im Sand der Nilinseln.

Als wilde Form dieser ägyptischen Rassen ist *Cucumis melo* var. *Chate* Forsk. anzusehen, die in trockenen Gegenden des tropischen Afrika, besonders im östlichen Sudan, Senegambien, Abessinien und den Nigerländern und in einigen Gebieten Südasiens verbreitet ist (Schweinfurth 1925). Es ist danach anzunehmen, daß die Kultur ihren Ausgang in Ägypten genommen hat. Die ältesten Tempelbilder zeigen bereits 12 noch heute in Ägypten besonders benannte Formen von Kulturmelonen.

Pangalo unterscheidet vier Unterarten von *C. melo: vulgaris, flexuosus, microcarpus* und *chinensis*; nur von *vulgaris*, der Zuckermelone, und *microcarpus*, der Cantaloupe, sind *agrestis*-Formen bekannt.

Bei *vulgaris* ließen sich alle Stufen bis zu der für die Kultur geeigneten Form nachweisen. *Agrestis rigidus* findet sich in Zentralasien und Afghanistan, *agrestis gracilior* in einer bitteren Form in Syrien und Palästina, während die Früchte der erythräischen Wildformen süß sind. Die var. *Chate* bezieht Pangalo in sein System nicht mit ein.

Wilde, den Cantaloupen ähnliche Formen sind in Cilicien gefunden. Die Unterarten *flexuosus* (Schlangenmelone) und *chinensis*, die Pangalo als besondere Art ansieht (mit unangenehm schmeckenden Früchten), sind nur in Kultur bekannt.

Die Entwicklung der Melonen zeigt eine starke Lokaltypenbildung (Ägypten, Kleinasien, Türkei, Persien, Zentralasien). Als Bastarde zwischen *flexuosus* und *microcarpus* sieht Pangalo die Bananen- und Gurkenmelonen an, die in der Nähe des Van-Sees (Kleinasien) in von europäischer Kultur fast unberührten Gebieten vorkommen (Pangalo S. 227).

Der alten Welt angehörig ist auch

Lagenaria vulgaris L., der Flaschenkürbis, Calebasse,

der frisch als Gemüse und getrocknet als Flasche seit den ältesten Zeiten in Gebrauch ist. Der Einschnitt, der die Flaschenform bedingt, kann sehr verschieden tief sein — es kommen auch ovale und fast runde Formen vor. So ist es verständlich, daß eine spätere Verwechslung mit den Formen von *Cucurbita* möglich wurde.

Der Flaschenkürbis ist heimisch im tropischen Afrika und Asien, von Abessinien bis zu den Molukken; besonders in Ostindien, Molukken, verbreitet (Cogniaux Harms). Die wilden Formen sind alle bitter (noch wenig untersucht). Unter den Kultursorten unterscheidet Kobjakova (1929) zwei Formenkreise: *asiatica* mit den Varietäten *pyriformis, sphaerica, cylindrica* und *africana* mit *fimbriata* und *laevimarginata*. Während de Candolle die alten Angaben für Ägypten bezweifelt, sehen Schweinfurth (1922) und mit ihm Keimer (1924) sie für gesichert an; damit würde die Kultur bis ins 2. Jahrtausend v. Chr. zurückgehen. Die bei den Griechen (Theophrast, Dioskorides) als *Kolocyntha* und bei den Römern (Columella, Plinius) als *Cucurbita* bezeichneten Früchte werden heute als Flaschenkürbisse gedeutet; (das gleiche gilt für die ausdrücklich als „weißblühend" beschriebenen Formen des frühen Mittelalters (Fischer-Benzon); somit sind die „Kürbisse" der vorcolumbianischen Zeit wohl alle *Lagenaria* gewesen.

Doch scheint es sicher, daß auch Amerika den Flaschenkürbis bereits vor der Entdeckung durch die Europäer gekannt hat. Früchte und Samen sind von Wittmack in altperuanischen Gräbern gefunden; den Mumien sind kleine Flaschenkürbisse mit Säckchen verschiedenen Inhalts beigegeben.

Da der Flaschenkürbis in Amerika jedoch nicht als indigen angesehen werden kann, wird mit einer Verschleppung eventuell durch Meeresströmungen gerechnet (Naudin nach Harms).

Die Kulturformen der Gattung

Cucurbita, Kürbis

sind dagegen alle amerikanischen Ursprungs; bei de Candolle ist dies noch unsicher; de Candolle hält *C. maxima* für afrikanisch, *pepo* und *ficifolia* möglicherweise für amerikanisch; *moschata* für ungewiß, S. 311—322. Eine alte Angabe von Borchardt, wonach Samen von *Cuc. maxima* in einem ägyptischen Grabe der

V. Dynastie gefunden sind, ist nach DE CANDOLLE, SCHWEINFURTH, HARMS, KEIMER nicht zutreffend. Deutlich gekennzeichnet sind die Kürbisse der Gattung *Cucurbita* im Unterschied zu den altweltlichen zuerst bei LEONHARD FUCHS (1543). Ausgebreitet haben sie sich in Europa erst im 17. und 18. Jahrhundert, und erst im 19. Jahrhundert hat sich der große Sortenreichtum entwickelt.

Die Heimat der Kürbisse ist Zentralamerika bis Mexiko nach Norden, Peru nach Süden.

ZHITENEVA hat das große russische Kultursortiment sowie das durch die russischen Expeditionen mitgebrachte Material bearbeitet und das von NAUDIN und ALEFELD gegebene System erweitert.

Sie unterscheidet zwei Sektionen, auf die sich die fünf Arten kultivierter annueller Kürbisse verteilen:

I. *Cucurbita maxima* DUCH. und *turbaniformis*, die ZHITENEVA als Art abtrennt,

II. *Cucurbita pepo* L., *moschata* DUCH. und *mixta* PANG.

Außer bei *mixta* sind bei allen *rigidus*- und *gracilior*-Varietäten vorhanden. Wildformen — oder genauer: primitive mit *agrestis*-Merkmalen jedoch nur bei *Cucurbita pepo*.

Die geographische Verteilung dieser Formen ist in Amerika sehr scharf:

Cuc. maxima, Südamerika, südliche Hemisphäre, Peru-Bolivien,

Cuc. moschata, von Columbien-Venezuela bis Mexiko; im Norden meist dunkelsamige, im Süden ausschließlich weißsamige Formen,

Cucurbita pepo, wie *moschata*, nach SCHWEINFURTH noch bis Texas hinübergreifend,

Cucurbita mixta, ausschließlich Guatemala und Mexiko.

Im Gegensatz dazu greifen in Asien die Verbreitungsgebiete ganz ineinander, was sich dadurch erklärt, daß es sich um importierte Kultur handelt; trotzdem haben sich in der alten Welt in diesen vier Jahrhunderten Lokalrassen bereits herausdifferenziert (vgl. Mais); so *indica*, *japonica*, *abyssinica* u. a. (ZHITENEVA).

Citrullus vulgaris, Wassermelone, Arbuse,

ist eine Charakterpflanze der afrikanischen Steppen des tropischen und südlichen Afrika, die in der Kultur eine starke Verbreitung gewonnen hat.

Wilde Formen — wie *Citrullus vulgaris Naudini* ALEF. u. a. — finden sich in den Steppenwüsten der afrikanischen Tropenzone im nördlichen und südlichen Gebiet, besonders im Süden in großer Vielförmigkeit; kultivierte nur im nördlichen (*Citrullus edulis* SCHRAD.). Hierzu ist nach SCWEINFURTH die var. *colocynthoides* SCHWF. zu rechnen, mit kleinen (faustgroßen) kugelrunden Früchten, die noch heute wild in Kordofan vorkommt, und im nubischen Niltal und Oberägypten viel angebaut wird; ihre Samen werden in geröstetem Zustand gegessen. Von dieser Form konnte SCHWEINFURTH Blattreste und Samen aus der Zeit des neuen Reiches in großer Menge nachweisen; dagegen fehlen Spuren von großfrüchtigen Formen.

Die Kultur hat sich schon in den ältesten Zeiten vom Niltal nach dem Mittelmeergebiet und Asien ausgebreitet — frühzeitig nach Indien; nach China erst im 9. Jahrhundert.

PANGALO (1929) hat ein Sortiment von 2000 Proben der nördlichen Hemisphäre analysiert und teilt diese in vier Arten:

Citrullus edulis, *fistulosus* STOCKS, endemisch für Indien, *colocynthoides* PANG. (die sog. Zitronenmelonen, die als Unkraut in Rußland häufig sind und vermutlich mit *edulis* importiert wurden) und *colocynthis* (L.) SCHRAD., mit deren *cultus*-Form er SCHWEINFURTHS *vulgaris* var. *colocynthoides* identifiziert. In allen

Arten konnte er einerseits *agrestis-* und *cultus-*, andererseits *rigidus-* und *gracilior-*Typen unterscheiden. Somit ist *Citrullus* das vollständigste Beispiel für die homologen Serien innerhalb der *Cucurbitaceen*.

Da die Heimat — auch von PANGALO zugegeben — in Südafrika zu suchen ist, sind in den „Arten" *fistulosus* und *colocynthoides* PANG. in phylogenetischem Sinne Lokalrassen zu sehen.

Gegenüber diesen weitgehend gesicherten Angaben über die Herkunft der *Citrullus*-Melonen aus Südafrika sucht CARRIER (1923) nachzuweisen, daß die Wassermelone in Amerika indigen ist. Die hierfür angeführten Tatsachen sind die folgenden: 1. *Citrullus edulis* fehlt den Kräuterbüchern des 16. Jahrhunderts; die bei MATTHIOLUS (1565), GÉRARDE (1565), BAUHIN abgebildeten Früchte mit weißen Kernen sind Melonen; die 2. Auflage von GÉRARDES Herbal (1636) hat den Zusatz Virginia watermelons — diese hält CARRIER für die echten amerikanischen „Watermelons", welcher Name seit 1616 genannt wird. (Über die Zuverlässigkeit der Bezeichnung „virginian" vgl. bei Kartoffel). Bereits um die Mitte des 16. Jahrhunderts wird von starkem Anbau in Kanada (1535), später Nordcarolina (1584), jedoch nicht in Virginia (1612) berichtet; wohl aber bei den Indianern des Hudson River (1641), vom Delaware (1642) und Illinois (1673). Bemerkenswert ist vor allem, daß viele indianische Stämme eigene Namen für die Frucht haben — was mindestens ebenso beweisend sei als die als beweiskräftig herangezogenen arabischen Namen. Dazu kommt, daß nach CARRIER die Wassermelone in früheren afrikanischen Reisebeschreibungen nicht genannt wird; so nicht bei JOHANN LEO (1535), der am Niger: Melonen, Zitronen und Reis als Kulturpflanzen findet. Vor allem aber ist zu beachten, daß die Wassermelone in der Folklore der Mississippi- (Natschez-) Indianer eine Rolle spielt. Diese benennen ihren Kalender nach den Jahresfrüchten (Mais, Erdbeere, Walnuß, Maulbeere uws.), der Monat Juni ist nach der Wassermelone benannt.

Botanisch fällt ins Gewicht, 1. daß die amerikanischen Wassermelonen nach Untersuchung (russischen Materiales amerikanischer Herkunft) von BORDAKOV (B. a. B., S. 85) gegenüber den altweltlichen als dickschalig sich auszeichnen, 2. aber betont CARRIER vor allem, daß die Wassermelone in der alten Welt im 16. Jahrhundert nur in den Tropen und Subtropen gebaut wurde, während Amerika schon dem kanadischen Klima angepaßte Sorten besaß. Auch sind 3. nach Angabe CARRIERS die wilden Sorten des Südens stets süß, nicht bitter, wie die der afrikanischen Melonen. Ob wir es demnach mit einer bereits alten und stabilisierten Lokalrasse afrikanischen Ursprungs (entsprechend den indischen Melonen) zu tun haben oder mit wirklich indigen amerikanischen Formen, muß deshalb noch als ungelöste Frage gelten.

Somit sind: *Cucumis sativus* asiatisch (nördliches Ostindien),
Cucumis melo afrikanisch-vorderasiatisch,
Lagenaria vulgaris ostafrikanisch-südasiatisch,
Citrullus vulgaris südafrikanisch (+ ? amerikanisch),
Cucurbita pepo, maxima, moschata amerikanisch.

Für die Beziehungen der kultivierten Cucurbitaceen untereinander sind Kreuzungsversuche wesentlich, die von NAUDIN (1856, 1859), DRUDE (1917), HAGEDOORN (1923), SAVELLI (1927) und VAVILOV (1925) ausgeführt sind. NAUDIN wollte damit ganz speziell Artzugehörigkeitsfragen klären, fand aber von der Annahme, daß der Befruchtungserfolg hierfür entscheidend sein würde, Ausnahmen (zit. nach DE CANDOLLE, S. 323). Doch geht aus NAUDINS Beobachtung (an ca. 2000 Pflanzen) bereits hervor, was VAVILOV u. a. bestätigen, daß intergenerische

Kreuzungen negativ verlaufen, interspezifische großenteils (Bananen- und Gurkenmelonen, siehe oben) auch, dagegen Rassen und Varietäten fruchtbare Bastarde liefern. So gelingt vor allem die Kreuzung der *agrestis*- und *cultus*-Formen — dabei erkannte schon NAUDIN die Dominanz der Wildmerkmale, woraus sich wiederum das Hervorgehen von Kulturformen aus „Wildformen", über das mehrfach berichtet wird, erklärt. Nach PANGALO sind Spontankreuzungen zwischen Wild- und Kulturmelonen in Zentralasien häufig.

Unter den Hindernissen fruchtbarer Art- und Gattungskreuzungen spielt jedenfalls die Verschiedenheit der Chromosomenzahlen eine Rolle; es kommen bei den kultivierten Cucurbitaceen die Haploidzahlen: 7, 11, 12, 20, 21, 24 vor (KOSHUKOW, MCKAY, LUNDEGÅRDH[1]), CASTETTER); sonst bei Cucurbitaceen auch noch die Zahlen: 10, 13, 16 (STRASBURGER, v. BOENICKE, MEURMAN — MCKAY untersuchte 17 Arten neu). Die sehr verschiedenen Angaben verdienen Nachuntersuchung, siehe Liste Tab. 38.

Tab. 38. Chromosomenzahlen der *Cucurbitaceae*
(nach J. W. MCKAY, Bot. Gaz. 89, 1930, ergänzt)

	n	2n	Untersucher
a) Kulturformen:			
Citrullus vulgaris L. . . .	11	—	KOZHUKOW, MCKAY
Cucumis sativus L.	7	14 (K)	„
„ *melo* L.	12	—	„ „
Cucurbita pepo L.	12	—	LUNDEGÅRDH
„ „ „	—	40	CASTETTER
„ „ *v. pomiformis*	20	—	KOZHUKOW
„ „ *v. citrullina* .	21	—	„
„ *ficifolia* BOUCHÉ .	—	42	MCKAY
„ *moschata* DUCH. .	24	48 (C)	KOZHUKOW, CASTETTER
„ *maxima* DUCH. .	24	—	KOZHUKOV
„ „ „ .	—	40	CASTETTER
Lagenaria vulgaris	—	24	MCKAY
Luffa acutangula	—	26	„
„ *marylandica*	—	26	„
b) Wildformen:			
Cucumis dipsaceus	—	24	MCKAY
„ *metuliferus* . . .	—	24	„
„ *myriocarpus* . . .	—	24	„
Cucurbita foetidissima . . .	—	42	„
„ *palmata*.	—	42	„
Bryonia alba	10	—	v. BOENICKE, MEURMANN
„ *dioica*	10	—	STRASBURGER „
Benincasa hispida	—	24	MCKAY
Bryonopsis laciniosa . . .	—	24	„
Coccinia hirtella	—	24	„
Cyclanthera pedata	—	32	„
Echallium elaterium	—	24	„
Echinocystis lobata	16	—	KIRKWOOD
Melothria punctata	—	24	MCKAY
Momordica charantia . . .	—	22	„
Sicyos angulata	—	24	„

B. Tomate

Solanum Lycopersicum L.: ERNST-SCHWARZENBERG 1930. JØRGENSEN a. CRANE 1927. JØRGENSEN 1928. LESLEY 1926, 1928, 1929. LINDSTROM 1929. MANN-LESLEY 1926, 1929. SANSOME 1929. VOSS 1894.

1) Zit. nach MCKAY.

Die Tomate *Solanum Lycopersicum* L. hat erst im 19. Jahrhundert ihren Weg in die europäische Kultur gefunden; bekannt war sie indessen schon MATTIOLI, der sie 1586 als *Poma amoris* abbildet. In weiteren Kreisen wurde sie durch KASPAR BAUHINS Beschreibung (1596, goldene Äpfel stinkenden Geruchs) in Hist. III, 621 bekannt. Er bezeichnete sie als *Tumatle americanorum*, woraus der in Europa gebräuchliche Name entstanden ist. Seitdem ist sie aus den gärtnerischen Floren nicht verschwunden, wird hier und da als Genußmittel genannt, ohne sich einzubürgern. ZWINGER (1696) nennt sie „Gold- oder Liebesapfel", man esse sie in Italien, sie seien aber ungesund.

Die Tomate ist eine alte mexikanische und peruanische Kulturpflanze.

a b c d

Abb. 73. Beerentrauben von Tomaten. Phot. HANNA BECKER.
a Solanum racemigerum L. aus Gewächshauskultur. *b* Dasselbe aus Freilandkultur. *c* F_1-Bastard ($d \times a$) *Sol. Lycopersicum × racemigerum*. *d* Kulturtomate Westlandia *Solanum Lycopersicum*.

In wildem Zustande ist sie nicht bekannt. In naher Beziehung zu ihr stehen eine Anzahl von Wildtomaten. DE CANDOLLE vermutet als Stammform vielleicht *Lycopersicum cerasiforme* Dun., das an den Küsten Perus wild wächst.[1]) Unter ihnen ist ferner *Sol. racemigerum* LANGE zu nennen, das in Peru heimisch ist. Es besitzt die gleiche Chromosomenzahl; die kirschgroßen kräftig orangeroten runden Beeren stehen in langen einfachen bis schwach dichotom verzweigten Trauben, wie sie etwa die Sorten: Johannisbeer, die Gruppe var. *ribesiforme* nach A. VOSS, 1894, zeigen (Abb. 73 a u. b). Der Habitus der ganzen Pflanze ist der eines spreizklimmenden Nachtschattens, das Blatt zart, sonst aber der Kulturtomate sehr ähnlich. Die Blüte kann man gleichfalls als eine zarte, ziemlich spitz-

1) Nach VAVILOV (1931) Ruderal- und Kulturpflanze in Zentral-Amerika und Süd Mexiko, besonders in Guatemala (Zusatz bei der Korrektur).

zipflige Tomatenblüte — auch von gleicher Farbe — bezeichnen. Äußerst charakteristisch verändert sich nach unveröffentlichten Versuchen von Hanna Becker im Institut für Vererbungsforschung in Dahlem (1929/30), der Habitus und die Wüchsigkeit bei Behandlung nach Art der Kulturtomaten: ausgeizen und ziehen auf einen Trieb; die Blätter und der Stamm werden dann denen einer Kulturtomate sehr ähnlich in Größe und Konsistenz (Abb. 74), sind aber auffallend brüchig. Die Blüten und Früchte, obgleich

a b

Abb. 74. *a Solanum racemigerum*, nach Art der Tomate beschnitten. *b* Dasselbe stärker vergrößert. Phot. H. Becker.

kräftig und gut entwickelt, behalten aber ihre Zartheit und ihren Größentyp. Die Bastarde sind kräftig und vollfertil und von normalen Varietätenbastarden der Kulturtomate habituell nicht verschieden; Dominanz einzelner Merkmale ist aber deutlich (Abb. 75).

Aus allem diesem scheint *Sol. racemigerum* der Kulturtomate so nahe zu stehen, daß wir in ihr, wenn nicht die Urform, so doch eine der wilden Stammform sehr nahestehende Form sehen müssen.

Den natürlichen Habitus der Kulturtomaten kennen wir im allgemeinen nicht. Läßt man die Pflanzen aber unbeschnitten sich entwickeln, so geben sie

ein ähnliches undurchdringliches Geflecht sich verzweigender Schosse und ein fast unbegrenztes Wachstum, wie es *Sol. racemigerum* zeigt (Abb. 76 u. 77).

Für weitere Formbildung, wie sie in der neuen Züchtung eingesetzt hat, hat neben Kombination durch Kreuzung auch Chromosomenaberration eine Rolle gespielt. Neigung zu Parthenokarpie führt zu samenlosen Früchten. Neueste Zusammenstellung bei Ernst-Schwarzenberg (1930).

Die im 19. Jahrhundert zuerst in Europa verbreiteten Sippen mit gerieften Beeren stellen eine erblich gewordene Fasziation dar; der Faktor ist rezessiv.

Abb. 75. Bastard *Sol. lycopersicum* (Sorte Westlandia) × *racemigerum*. Phot. H. Becker.

In der experimentellen Genetik hat die Tomate außerordentliche Bedeutung erlangt; für ihre Phylogenie haben diese Arbeiten aber keine wesentlichen Erkenntnisse gebracht.

Tabelle 39. Chromosomenzahlen bei Tomate. Nach Tischler 1931, S. 174.

	2n	Autor
Solanum Lycopersicum	12	Mann-Lesley, Vilmorin et Simonet, Jørgensen a. Crane
„ „ var. haploid	$\frac{12}{2}$	Lindstrom
„ „ var. gigas	24	Jørgensen, Sansome
„ „ var. triploid . . .	18	Mann-Lesley, Lesley, Sansome, Jørgensen
„ „ var. m. überz. Chr.		Lesley, Mann-Lesley

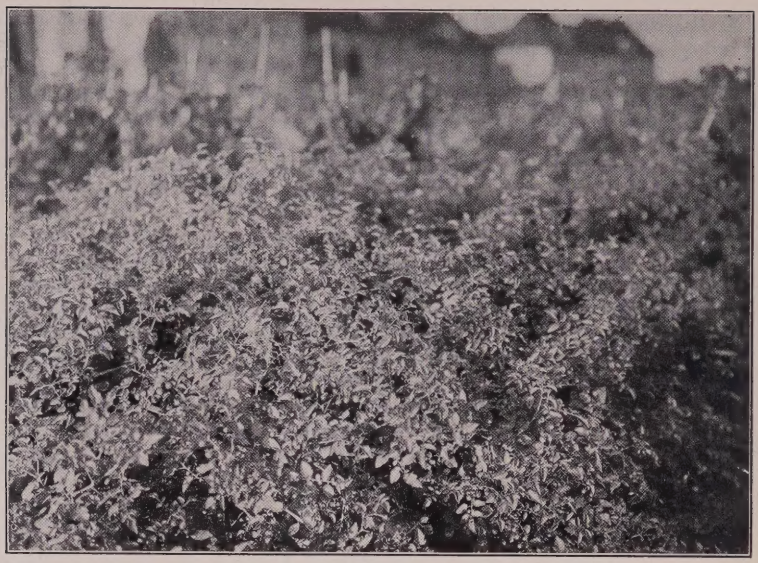


Abb. 76. *Solanum racemigerum*; Freilandbeet, unbeschnitten, zur Zeit der Reife. Original.

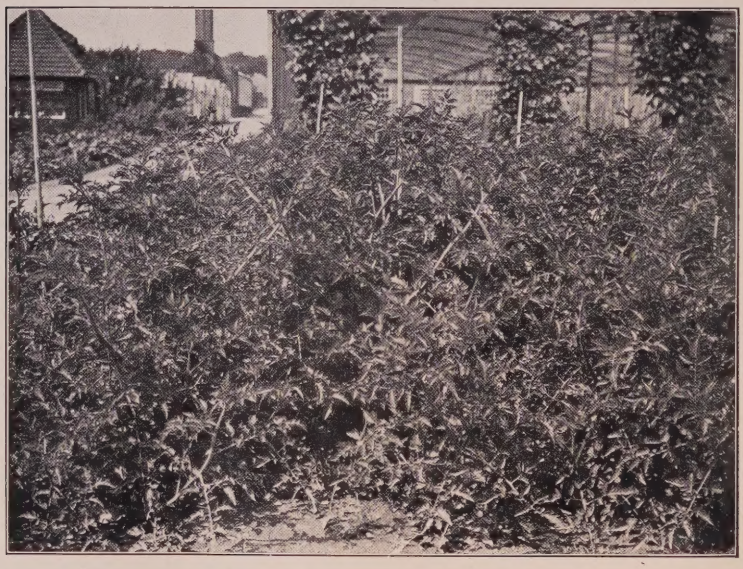


Abb. 77. Kulturtomate Freilandbeet unbeschnitten, zur Zeit der Reife. Original.

Die in der Kultur vorkommenden wenigen Farben und Formen finden sich bei einigen verwandten wilden *Solanum*-Arten. Kreuzungs- und Bastardanalysen dieser, in der Art wie die mit *racemigerum* begonnenen, liegen indes noch nicht vor.

C. Tabak

Nicotiana tabacum L.

Nicotiana: Avery 1929. Brieger 1928, 1930. Busse 1927. Carrier 1923. Chevalier 1927. Christov 1928. Clausen u. Goodspeed 1925, 1926. Comes 1899. East 1928. Eghis 1930. Goodspeed 1930a, b u. c. Goodspeed u. Clausen 1927, 1928. Nikolajewa 1924. Rybin 1927, 1929, 1930. Schweinfurth 1922.

Die Grundtatsachen über die Abstammung des Tabaks waren de Candolle so gut bekannt wie uns heute. Vor allem steht die alleinige Herkunft der Tabakkultur aus Amerika so fest, daß über die Frage eines asiatischen Ursprungs, mit der er sich noch auseinandersetzt, heute nicht mehr diskutiert zu werden braucht.

Die uralte Verwendung zum Rauchen wurde in Nordamerika geübt (Pfeifenfunde in den nordamerikanischen „moulds" und in Aztekengräbern). In Südamerika war bei der Ankunft der Europäer Schnupfen und Kauen üblich. Bei den Indianern hieß die Pflanze „pecielt"; die Spanier benannten sie Monardes (1577) zufolge nach einer Insel Tabaco, Oviedo (1535) zufolge nach einem Y-förmigen Rohr, durch das die Indianer von Haïti ein narkotisches Pulver, Cojoba, in die Nase ziehen (Carrier 1923).

Der Tabak gehört zu denjenigen Kulturpflanzen, die sich im Gegensatz zur Kartoffel mit außerordentlicher Schnelligkeit in der alten Welt verbreitet haben. Das 16. Jahrhundert spricht von Tabak noch als von einer fremdländischen Pflanze, die in Gärten gebaut wird. Doch ist er bereits in der zweiten Hälfte des 16. Jahrhunderts in Afrika und im 17. Jahrhundert in Europa und Asien „heimisch". Heute ist er in den Tabakszentren so eingebürgert, daß man von Landrassen spricht (italienische Landrassen nach Busse 1927). Der Name *Nicotiana* rührt von Nicot her, der den Tabak 1560 in Portugal beschrieben hat. Die Portugiesen brachten ihn dann in der zweiten Hälfte des 16. Jahrhunderts nach Asien. In der Türkei breitet er sich Anfang des 17. Jahrhunderts aus, von da nach Persien; 1633 erste Beschreibung des Nargileh. In Indien zuerst 1650 erwähnt; nach Java 1601 (nach Sir Stamford Raffles); nach Japan Anfang des 17. Jahrhunderts. Auf chinesischem Porzellan erst nach 1700 (diese Angaben nach Schweinfurth 1922).

de Candolle nennt als Stammpflanzen *Nicotiana Tabacum* und *N. rustica*, weist aber ausdrücklich darauf hin, „daß nicht übersehen werden darf, daß man in den verschiedenen Regionen Amerikas auch verschiedene Arten der Gattung *Nicotiana* gebrauchte". *Nicotiana tabacum* ist von Mexiko bis Venezuela heimisch. Da die Art sehr leicht verwildert, ist der Nachweis der Spontaneität schwer.

Wilde Standorte für *Nicotiana Tabacum* sind nach de Candolle mit Sicherheit nur für Ecuador (durch André) angegeben; wahrscheinlich ist die Art auch in den feuchten warmen Wäldern der peruanischen Anden spontan; von diesem Zentrum hat sie sich, mit oder ohne Zutun des Menschen bis Mexiko — Kalifornien und Venezuela — Bolivien ausgebreitet. *Nicotiana rustica*, die einen gröberen Tabak liefert, hat ihre Verbreitung allein im Norden dieses Gebietes, besonders in Mexiko und Texas. Sie wurde zwar schon bei Eroberung Amerikas gebaut, doch liegen keine Anzeichen einer alten Kultur vor. Nur die La Plata-Region, Uruguay und Paraguay, verwendete den Tabak in keiner Weise; dort wird er erst von den Spaniern eingeführt.

Eine einzige Art — oder Artengruppe ist in Australien heimisch: *N. suaveolens*; sie ist aber dort nicht für Tabakkultur verwendet worden. Cytologisch ist

sie durch n = 16 Chromosomen ausgezeichnet. GOODSPEED gibt Formen der Gruppe mit 20 und 32 Chromosomen an (siehe unten).

Nicotiana ist aus theoretisch genetischem Interesse eine der stärkst bearbeiteten Gattungen; mit den systematischen und verwandtschaftlichen Beziehungen der Arten zueinander haben sich besonders EAST und in neuerer Zeit GOODSPEED und CLAUSEN beschäftigt. Es ist keine Frage, daß seit den ersten Anfängen der Kultur in Europa und Asien — außer *Tabacum* und *rustica* auch andere Spezies mit einbezogen wurden und so zum Aufbau der heutigen Sorten beigetragen haben (orientierende Übersicht bei EAST 1928).

Nach MARTIUS (zit. nach DE CANDOLLE) wurde in Brasilien von jeher *Nic. Langsdorfii* als Tabak verwertet. Ferner hat DE CANDOLLE nachgewiesen, daß die von LINDLEY als *N. persica* im Bot. Register Tf. 1592 abgebildete Pflanze, die aus Samen des besten persischen Tabaks „Schiras" gewonnen war, mit *N. alata* identisch ist. Auch diese Art ist in Brasilien heimisch, hat sich aber in Persien in der Kultur neben *N. Tabacum* gehalten und liegt somit wohl den fein aromatischen persischen Tabaken zugrunde. Als besonders stark narkotische Art empfiehlt DE CANDOLLE *N. angustifolia*, die zu seiner Zeit nicht angebaut wurde, von den Eingeborenen in Chile Tabaco del Diablo genannt wird.

Technisch und weltwirtschaftlich am wichtigsten ist sicherlich *Tabacum* geworden. Die von EAST auf Grund der genetischen Beziehungen: Kreuzbarkeit und Fertilität aufgestellten Gruppen sind cytologisch nicht einheitlich (siehe Tabelle 40 u. 41). *Tabacum* und *rustica* haben die gleiche Chromosomenzahl n=24. In die Verwandtschaft von *Tabacum* stellt, im Anschluß an COMES, auf Grund morphologischer Merkmale EAST *N. sylvestris*, *Rusbyi*, *tomentosa* und *glutinosa* mit n = 12 Chromosomen; ebenso schließt sich genetisch und morphologisch an das 24chromosomige *Nic. rustica*: *paniculata* mit 12 Chromosomen. *Langsdorfii*, *alata* und *Sanderae*, die morphologisch nach COMES ebenfalls zur Sektion *rustica* gehören, bilden nach EAST genetisch und cytologisch, mit (8 oder) 9 Chromosomen haploid, eine Gruppe für sich; sie sind in Brasilien heimisch; also auch geographisch *rustica* fernstehend.

Da die Arten mehr oder weniger sterile bis vollfertile Bastarde liefern, ist anzunehmen, daß im Aufbau der Kultursorten auch Artkreuzungen eine Rolle gespielt haben.

Tab. 40. Typeneinteilung nach EAST S. 245 mit zugefügten Chromosomenzahlen

Sectio *Tabacum* DON.	n=	Sectio *Rustica* DON.	n=	*Petunioides* DON.	n=
Tabacum L. . . .	24	*rustica* L.	24	*sylvestris* SPEG. et COM.	12
Rusbyi BRITT. . .	12	*glutinosa* L. . . .	12	*alata* LK. et OTTO . . .	9
tomentosa R. et P.	12	*paniculata* L. . .	12	*Forgetiana* HORT., SAND, BR..	
		solanifolia WALP.	12	*noctiflora* HOOK.	
		cordifolia PHIL. .	12	*acuminata* GRAH.	
		glauca GRAH. . .	12	*caudigera* PHIL.	12
		Langsdorfii WEINM.	9	*suaveolens* LEHM. . . .	16
		undulata R. et P.		*attenuata* TORR.	24
				Bigelowii WATS.	24
				longiflora CAV..	10
				plumbaginifolia VIV. . .	10
				repandi WILLD.	
				nudicaulis WATS. . . .	24
				trigonophylla DUM. . .	12
				Palmeri GRAY.	12
				Clevelandi GRAY	24
				angustifolia R. et P.	

Tab. 41. Die Chromosomenreihen nach Goodspeed u. Clausen (1928)

n=8—9	10	12	16	24
Langsdorfii 9	*longiflora* (v)	*Rusbyi*	*suaveolens**)	*Tabacum* (p)
alata 9	*plumbaginifolia*	*tomentosa*		*rustica* (p)
Sanderae 8/10		*glutinosa*		*Bigelowii* (p)
		paniculata		*nudicaulis*
		sylvestris		*attenuata*
		candigera		*Clevelandi*
		glauca		*Clarionensis*
		attenuata		
		repanda		
		trigonophylla		
		Palmeri		
		solanifolia		
		cordifolia		

p=polymorph. v=variabel.

*) Hat auch Rassen mit n=20 und n=32 (Goodspeed).

Von besonderem Interesse ist natürlich die phylogenetische Stellung von *N. Tabacum*. Die starke Variabilität innerhalb dieser Art ist seit den ersten Zeiten ihrer Einführung in Europa aufgefallen und — wie die lokale Verschiedenheit der Rassen beweist, ausgenutzt worden. Eine große Rolle muß dabei der klimatischen Anpassung durch natürliche Auslese zuerkannt werden, welche Eigentümlichkeiten, wie die der türkischen (bis Südrußland verbreiteten) Zigarettentabake, der mexikanischen Decktabake, herausarbeitete, herauszüchtete (Busse 1927). Die starke Variabilität der *Nicotiana Tabacum* auf Hybridismus zurückzuführen, ist heute naheliegend. Die Cytologie hat einiges Licht auf die phylogenetischen Beziehungen geworfen. Goodspeed und Clausen nehmen an, daß *N. Tabacum* (n = 24) hervorgegangen ist aus einer Kreuzung von *sylvestris* (n = 12) und *tomentosa* (n = 12) mit ausbleibender Paarung und nachfolgender Verdoppelung der Chromosomenzahl. Dies folgt aus nachstehenden Beobachtungen:

1. F_1 *sylvestris* × *tabacum* hat in der Reduktionsteilung $12_{II} + 12_I$,
   F_1 *tomentosa* × *tabacum* hat in der Reduktionsteilung $12_{II} + 12_I$,
2. F_1 *sylvestris* × *tomentosa* zeigt keine Paarung,
3. *tabacum*-haploid zeigt keine Paarung,
4. *sylvestris* und *tomentosa* sind morphologisch sehr verschieden,
5. die Paarung der Chromosomen in Kreuzungen von *tabacum* mit *sylvestris* und *tomentosa* steht einzig da — *Rusbyi*, das nach Brieger gleichfalls mit *Tabacum* konjugiert, ist nach Goodspeed eine Form von *tomentosa* —, alle anderen Arten zeigen mit *tabacum* keine Paarung.

Daß der F_1-Bastard *sylvestris* × *tomentosa* mit *Tabacum* nicht identisch ist, läßt sich entweder damit erklären, daß die Arten, wie sie uns heute vorliegen, nicht als direkte Vorfahren von *Tabacum* zu gelten haben — oder was noch wahrscheinlicher ist, daß *Tabacum* (Goodspeed u. Clausen 1928) und vielleicht auch seine Ahnen — „has undergone evolutionary changes since the establishment of its chromosome number". Wie dieser Prozeß vor sich gegangen ist, der zugleich die große Variationsbreite von *N. Tabacum* bedingt hat, ist zur Zeit noch nicht klar. Mutationen scheinen nach den bei East zusammengestellten experimentellen Erfahrungen (S. 294) eine geringe Rolle zu spielen.

Die neuen Bestrahlungsversuche Goodspeeds dürften hier neues Licht hineinwerfen.

Clausen (1927) hat die Verwandtschaftsverhältnisse von *Nicotiana tabacum* zu den „Stammarten" und die analogen bei dem experimentell erzeugten *digluta*-Bastard in folgendem Diagramm dargestellt (Abb. 78).

Für *N. rustica* liegen die Verhältnisse, wie es scheint, ähnlich; *paniculata* mit 12 Chromosomen verhält sich in Kreuzungen mit *rustica* (24 Chromosomen) zu dieser wie *sylvestris* zu *sylvestris-tabacum*.

Über *rustica-tabacum*-Kreuzungen berichten Eghis u. Rybin (1930); sie erhielten einen tetraploiden Bastard mit normaler Konjugation aus: unreduziertes *tabacum*-Ei (= 48 Chromosomen) + reduzierter *rustica*-Pollen (= 24) mit 72 Chromosomen; dieses bestäubt mit *rustica* gab einen Rückkreuzungsbastard mit 96 Chromosomen, die 48_{II} in Met. I gaben. Also Synthese eines neuen Oktoploiden. Ebenso erzielte Rybin eine hexaploide Form aus *tabacum* × *sylvestris* (1929; 24 + 12 = 36; 2 n = 72 Chromosomen).

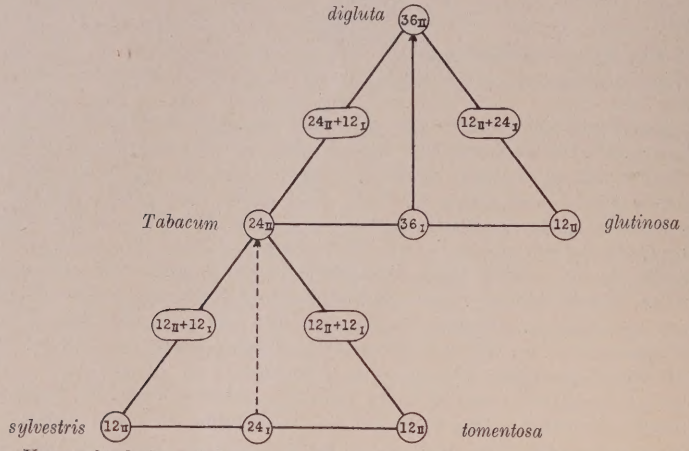


Abb. 78. Verwandtschaftsverhältnisse zwischen einigen *Nicotiana*-Arten. Clausen 1927. Die Pfeile bezeichnen die mögliche Entstehung von *Tabacum*, bzw. *digluta* aus einem F_1-Bastard durch Chromosomenverdoppelung.

VI. Leguminosen

Allgemein: Buschan 1891. Heinze 1913. Simon 1914.

Pisum: Alefeld 1860. Ausborn 1928. Bateson u. Pellew 1915. Brink 1927. Brotherton 1919, 1924. Bunten 1930. Govorov 1928. de Haan 1927. Håkonson 1929. Lock 1907. Lutkow 1930. Sutton 1913, 1914. Wellensiek 1925, 1928, 1929. Renard 1930.

Vicia: Sweshnikova 1927, 1928, 1929, 1930. Tupekova 1926.

Vicia faba: Krause 1890. Komuro 1924. Kuwada 1926. Muratova 1928. Sakamura 1918. Trabut 1911.

Lens: Baroulina 1928, 1929, 1930. Bleier 1928. Buchinger 1929. Fruwirth 1923. Moritz 1931. Weese 1924.

Cicer: Popov 1928.

Lathyrus: Latter 1926. Winge 1919.

Soja: Anonymus 1919. Hansen 1926. Woodworth 1922.

Lupinus: Cook 1925. Fruwirth 1919. Kajanus 1912, 1914. Merkenschlager 1928. Michaelis 1919. Roemer 1917. Schmidt 1927. Sengbusch 1930. Smith 1918 bis 1924. Wittmack 1927. Zhukovsky 1929.

Phaseolus: Harms 1922. Kahayama 1928. Karpetschenko 1925. Killermann 1919. Martens 1860. Mendel 1865. Taubert 1894. Tjebbes 1921, 1927. Tschermak 1912. Wittmack 1879, 1880, 1881, 1888, 1896.

Kleine Leguminosen

Hegi Bd. IV, 3 Wittmack 1922. Stebler u. Volkart 1908. Im übrigen siehe Literatur Tab. 43 u. 44.

Aus der Familie der Leguminosen greifen wir nur einige phylogenetisch wichtige Fragen heraus. Vom landwirtschaftlichen Standpunkte teilt man die Kulturpflanzen dieser Familie ein in große und kleine Leguminosen, bezeichnet die letzten (besonders im Samenhandel) einfach als „Klee" und faßt sie wiederum mit den Gräsern zu dem Begriff der Futterpflanzen zusammen. Soweit sie Bestandteil unserer Wiesen sind, gilt für sie das, was einleitend über Gräser gesagt ist (siehe S. 207).

A. Die großen Leguminosen

Heimat

Unter den großen Leguminosen, welche weltwirtschaftlich bedeutend geworden sind, sind die Bohne (*Phaseolus vulgaris* und *multiflorus*) und die Erdnuß (*Arachis hypogaea*), die letztere in den Tropen, besonders in Afrika (Schweinfurth 1922) eingebürgert, amerikanischen Ursprungs. Die altweltlichen Arten der Gattung *Phaseolus* haben dieselbe Bedeutung nicht erlangen können. Die übrigen Arten gehören dem mediterranen und dem vorderasiatischen Zentrum an, und es ist gerade für viele Leguminosen die Entwicklung von beiden Zentren aus sehr wahrscheinlich. Für *Lens* und *Vicia faba*, für welche Monographien unter Berücksichtigung der russischen Expedition nach Afghanistan (Vavilov u. Bukinich 1929) vorliegen, ist diese Auffassung bereits belegt (siehe unten). Aber auch für *Pisum* und *Lathyrus* dürften die Verhältnisse ähnlich liegen. Ein Vergleich der mediterranen und der südwestasiatischen Formen aus allen diesen Leguminosen-Gattungen läßt erkennen, daß die mediterranen Arten und Kulturformen in allen vegetativen wie generativen Organen größere Ausmaße zeigen, als die der südwestasiatischen Gruppe. Tab. 42 mag das für die Größe der

Tabelle 42. Die Hülsen- und Samengrößen von mediterranen und südwestasiatischen Leguminosen

Nach Vavilov (1925), Tab. 1—5, S. 128—130 zusammengestellt

	Länge der Hülse in cm					Durchm. d. Samens i. mm					100-Korngewicht in g				
	Ervum Lens	*Vicia faba*	*Cicer arietinum*	*Pisum sativum*	*Lathyrus sativus*	*Ervum*	*Vicia*	*Cicer*	*Pisum*	*Lathyrus*	*Ervum*	*Vicia*	*Cicer*	*Pisum*	*Lathyrus*
Mediterrangebiet:															
Tunis	2,0	9,4	—	—	—	7,5	24	—	—	—	6,4	171	—	—	—
Algier	1,7	—	—	—	—	8,0	—	—	—	—	8,8	—	—	—	—
Afrika	—	—	—	5,9—7,3	4,3	—	—	—	7—8,9	10	—	—	—	24—38	24
Spanien	1,7	9,9	2,7	5,5—6,0	—	7,8	23	12	7,5—8,3	—	9,0	150	47	22	—
„	—	9,3	—	—	—	—	24	—	—	—	—	200	—	—	—
Italien	1,8	15,2	2,3	4,5—6,5	—	8,0	21	8,4	6,5—9,5	—	8,3	130	28	18—40	—
„	—	—	3,0	—	—	—	—	9,5	—	—	—	—	37	—	—
Frankreich	—	—	2,2	—	3,9	—	—	8,5	—	14	—	—	33	—	60
Südwestasien:															
Persien	1,1	5,8	1,7	—	—	4,7	8	7,7	—	—	3,7	30	11	—	—
Afghanistan I	1,2	5,6	1,7	2,9—4,5	3,8	4,0	11	7,5	4—6	5	2,5	40	11	5—27	15
„ II	0,7	4,6	—	—	—	3,0	7	—	—	—	7,5	20	—	—	—
Khiwa	—	—	—	4,9	—	—	—	—	5	—	—	—	—	6,5—8,5	—
Buchara	1,2	5,5	1,8	—	2,9	4,5	9	7,8	—	7	2,6	38	11	—	18
Pamyr	—	5,7	1,8	3,4—5,6	4,0	—	9	7,8	5—7	6	—	32	13	8,5—22	12
Turkestan	—	—	1,8	—	—	—	—	7,6	—	—	—	—	13	—	—
Indien	1,1	4,9	1,7	3,0—5,2	2,9	3,6	7	6,4	4,5—6,5	4	2,0	20	9	5—23	6

Hülsen und Samen, für das 100-Korngewicht von 5 Gattungen zeigen. VAVILOV gibt ausdrücklich an, daß Dicke des Stengels, Größe der Blätter und Blüten sich ebenso verhalten.

Auslese

Bei der Formenentwicklung der Kulturleguminosen haben neben der züchterischen Auslese, die uns die Größenunterschiede zwischen „Pfahlbauerbsen"

a b

Abb. 79. *Pisum sativum Early Giant.* *a*) type, *b*) rogue. Nach BATESON (1915).

und -Bohnen (*Pisum sativum* und *Vicia faba celtica nana* HEER) und unseren heutigen großsamigen Zuchtstämmen verstehen läßt, Mutation sowohl wie Bastardierung eine wichtige Rolle gespielt. Über Anpassungsfragen s. FRUWIRTH (1915).

Mutation

Es wurde im allgemeinen Teil das theoretisch wichtige Resultat der SENGBUSCHschen Versuche mit *Lupinus* bereits erwähnt (S. 38). Es besteht bei den

Leguminosen die Schwierigkeit, die „Entstehung" der wohlschmeckenden Formen aus den Bitterstoffe enthaltenden wilden Formen zu verstehen. Das Auffinden von drei „süßen" Individuen unter 1,5 Millionen daraufhin geprüfter Lupinen zeigt, daß zwischen den normal bitteren Individuen sich vereinzelte Abweicher befinden (vgl. das Nebeneinandervorkommen von bitteren und süßen Formen bei Cucumis, bei Mandeln in Persien) — deren Eigenart nutzbar gemacht, eine starke Differenz gegenüber den Wildsamen bedeutet. Das Vorkommen dieser Abweicher in einem so geringen Prozentsatz sowie die erbliche Fixierung der Eigenschaft läßt auf mutative Entstehung schließen.

Etwas den Speltoiden entsprechendes sind die bei *Pisum* zuerst von Bateson beobachteten „rogues" — Sproß- und Sämlingsmutationen, die dem Typus (type) gegenüber durch schmale zugespitzte Blätter, sowohl des Laubes als in der Blütenregion (Kelch usw.) ausgezeichnet sind, wodurch sie ein „merkwürdig wildes Aussehen" erhalten. Rogues treten mutativ in Erscheinung, zeigen aber einen so eigenartigen Vererbungsmodus in Abhängigkeit von der Stellung der Blüte an der Pflanze, daß Bateson von somatischer Ausschaltung der „type"-Elemente im Laufe der ontogenetischen Entwicklung sprach (Abb. 79).

Abb. 80. Mutation „narrow rogue". Nach Pellew 1927/28.

Type und rogue haben die gleiche, für *Pisum* normale Chromosomenzahl. Eine befriedigende Erklärung für das in manchen Sorten immer wieder beobachtete Auftreten der Mutante[1]) ist zur Zeit noch nicht gegeben. Der Ausdruck „mass somatic mutation" von Brotherton oder „eversporting variety" sind Beschreibungen der

1) In Amerika ist nach Brink (1927) das Auftreten der „rogues" in Konservenerbsen eine wirtschaftliche Kalamität.

beobachteten Tatsachen, keine Erklärung. Ob das schmalere zugespitzte Blatt im Sinne „primitiv" gedeutet werden muß, bleibt dahingestellt.

Eine weitere Mutation in derselben Richtung fand PELLEW (1927) in „narrow rogue" (Abb. 80). Die Mutation: smooth → constricted pod bei WELLENSIEK (1929) zeigt einen Weg, wie er zu Varietäten wie chenille und Zuckererbse geführt haben kann.

Bastardierung

Kommt der Mutation eine große Bedeutung in der Sortendifferenzierung zu, so hat die Bastardierung sicherlich bei der Artentwicklung die größere Rolle gespielt.

Wie beide Vorgänge aber ineinander greifen und deshalb mit Vorsicht gegeneinander abgewogen werden müssen, läßt sich gerade bei einem Beispiel aus den großen Leguminosen gut zeigen — in der Reihe *Lens — Ervum — Vicia*.

1920 beschrieb FRUWIRTH einen spontanen „Linsen-Wickenbastard", dessen Richtigkeit vielfach bezweifelt wurde, obgleich seine Patroklinie eine Fehlbeurteilung auszuschließen schien.

Eigene Versuche FRUWIRTHS, den Bastard durch Vicinismus herzustellen, führten zu einem Erfolg — während künstliche Befruchtung weder FRUWIRTH noch TSCHERMAK gelang. Die cytologische Untersuchung durch BLEIER (1928) zeigte die Chromosomen genau entsprechend denen der Wicke 6—12, während die Mutter, die Linse, 7—14 Chromosomen hat. Der Fall ist noch nicht geklärt, obgleich BUCHINGER Übereinstimmung des vermeintlichen Bastards mit der Wicke auch in osmotischer Hinsicht fand und damit die Ausstoßung des mütterlichen Chromosomensatzes erklären zu können glaubt (1929).

Inzwischen hatte VAVILOV (1922) die Samenform, -größe und -farbe bei Wicke und Linse als ein Beispiel für sein Gesetz der homologen Reihen verwendet[1]). Endlich brachte BAROULINA (1928) eine Arbeit über die Linsen von Afghanistan und zuletzt (1929) eine große Monographie der Linsen der U. S. S. R., wo sie unter dem landwirtschaftlichen Namen Linse (lentil): *Lens esculenta*, *Vicia Ervilia* und *Vicia monanthos* vereint. Sie bringt weitere Beispiele für parallele Variation in diesen Reihen. In den Linsen kommen häufig Wicken als Unkraut vor. Unter diesen ist eine — morphologisch angepaßte! — flachsamige Wicke besonders charakteristisch „mimiking the lentil". Auch die Unkrautwicken zeigen die ganze charakteristische Vielförmigkeit der Linsen. BAROULINA steht nach diesen Erfahrungen und der Schwierigkeit, die beiden Arten miteinander zu kreuzen, dem „Linsen-Wickenbastard" FRUWIRTHS skeptisch gegenüber.

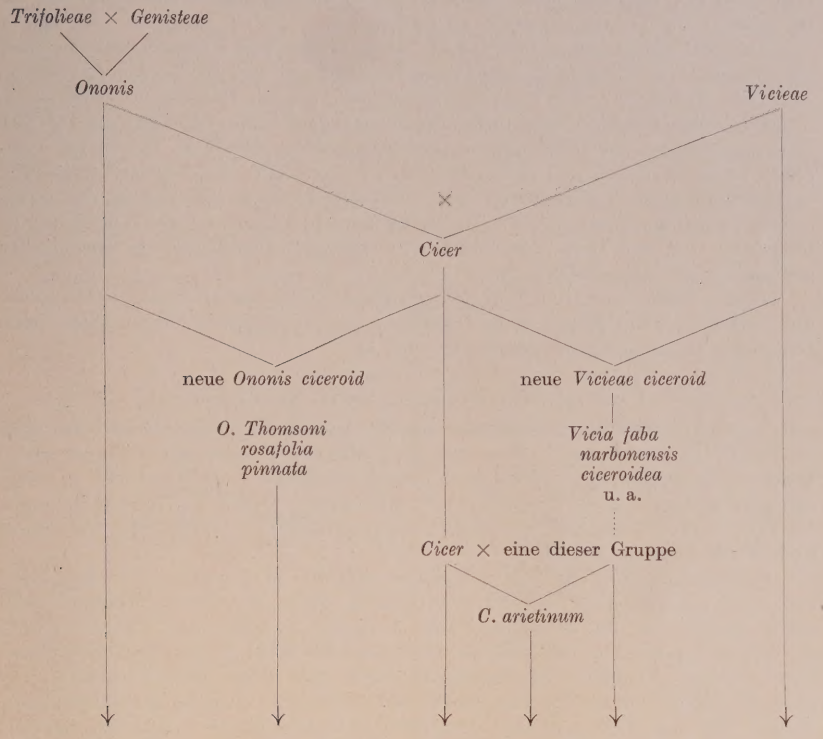
Neuerdings hat MORITZ (1931) durch serologische Untersuchung die Deutung FRUWIRTHS und BUCHINGERS — als patrokliner Bastard aus Linse × Wicke — bestätigt[2]).

An der Gattung *Cicer* hat POPOV (1928) die Bedeutung der Bastardierung einerseits für die Genus- und Artbildung, andererseits für die Entstehung der Kulturform, für welche ebenso wie für *Pisum sativum* keine entsprechende Wildform bekannt ist, aufzuklären versucht. Aus der morphologischen Zwischenstellung, welche die Gattung *Cicer* zwischen *Ononis* und *Vicia* einnimmt, in dem Maße, daß sie gegen die eine und die andere nicht fest abzugrenzen ist, schließt POPOV auf hybridogene Entstehung derselben als „Kontaktgenus" in dem Gebiet, wo zwei geographische Verbreitungsareale zusammenstoßen. Weiterfolgende Bastardierung (Rückkreuzung) führt in den beiden geographischen Arealen zu verschiedenen Formgruppen, einer östlichen ciceroiden

1) Schöne farbige Tafel in Journ. Genet. 12, Taf. X.
2) Zusatz bei der Korrektur.

Ononis-Gruppe und einer westlichen ciceroiden *Vicia*-Gruppe. In der westlichen sei durch neuerliche Kreuzung mit *Cicer* alsdann die „Kulturform" *arietinum* entstanden.

Für *Cicer arietinum* ergibt sich damit folgender Stammbaum:



Hieran knüpft Popov eine allgemeine Hypothese. Er nimmt an, daß diese Bastardierung nicht spontan vor sich gegangen sei, sondern daß sie zu uns unbekannten und verloren gegangenen Methoden zur Schaffung von Kulturpflanzen gehörte, wie sie ein altes Landwirtschaft treibendes Volk in Kleinasien geübt — Kleinasien, das uns so wichtige Kulturpflanzen gegeben hat wie „Erbsen, Weizen, Cicer, Feigen, Äpfel und Birnen; das Ausgangsmaterial dieser Kreuzungen waren einheimische Pflanzen".

Pisum sativum L., Erbse

Für *Pisum* läßt die völlige genetische Übereinstimmung mit *Pisum arvense* (reines Allelenverhältnis mit in bestimmtem Verhältnis gekoppelten Faktoren) auf einen engen phylogenetischen Zusammenhang beider schließen. Auch *Pisum arvense* ist nur als Kulturtypus bekannt, ein echt wildes Vorkommen nicht gesichert.

Govorov (1928) stellt deshalb, ebenso wie manche frühere Autoren (Alefeld 1865) beide gleichwertig als ssp. nebeneinander und fügt auf Grund des ihm zur Verfügung stehenden Materials als dritte die ssp. *asiaticum* hinzu,

welche neben Anthocyan in den Blüten noch einen Flavonfarbstoff enthält; sie ist auf Asien, mit Ausnahme der Küsten, beschränkt. Afghanistan erweist sich als Mannigfaltigkeitszentrum der Gesamtart. Hier ist auch *P. sativum* durch schwarzsamige Varietäten vertreten. In Nordafrika (Abessinien) nimmt Govorov ein zweites Primär-Zentrum an, während das Mittelmeergebiet als sekundäres Verbreitungszentrum anzusehen sei.

Das Mittelmeergebiet kennt eine ganze Reihe von *Pisum*-Arten; sie sind aber wegen ihrer Bitterstoffe nicht genießbar und gut von *sativum* unterschieden.

Die Chromosomenzahl dieser Arten ist, soweit festgestellt, überall 7,

Für *Pisum humile*, das morphologisch *sativum* nahe steht, konnte Lutkov nachweisen, daß bei Kreuzung mit *sativum* starke Sterilität des Pollens eintritt, obgleich die 7 + 7 Chromosomen in ungestörte Konjugation eintreten.

Versuche mit *Pisum elatius* Stev., das gleichfalls morphologisch den Saaterbsen nahesteht, aber durch leicht aufspringende Hülsen seinen Wildcharakter offenbart, und das 1924 noch von Wettstein als wahrscheinlicher Stammelter genannt wird, liegen nicht vor.

Hierher gehört wohl auch die von Sutton (1913) beschriebene „wilde Erbse aus Palästina", die zudem durch Sterilität und komplizierte Spaltzahlen nach Kreuzung als fernstehend gekennzeichnet ist.

Vicia faba L., Pferde-, Sau-, Feldbohne

Von phylogenetischem Interesse sind ferner Angaben über wilde *Vicia faba* in Nordafrika. Auch bei *V. faba* sind die groß- und flachkörnigen Rassen mediterran — sie werden als *V. faba major* zusammengefaßt — die klein und ± rundsamigen westasiatischen Ursprungs: *V. faba minor*. Nach Vavilov (1905) und Muratova (1927) kommen auch hier als Primärzentren (Dominanz!) Abessinien und Afghanistan in Frage.

Schwarzsamige *Vicia*[1]) gibt Plinius wild für Mauretanien (Westalgerien) an. Dort beschreibt sie auch Munby in seiner Flora von Oran. Während noch de Candolle an der Richtigkeit dieser Angabe zweifelt, hat Trabut (1911) die Pflanze zweifellos wildwachsend bei dem Dorfe Violar auf der Hochebene von Sserssu (Algerien) wiedergefunden und als *Vicia faba Plinii* Tr. beschrieben. Es ist aber bemerkenswert, daß diese Form, mit glänzend-schwarzem Samen, die vegetativ ganz dem Habitus der *V. faba sativa* entspricht, wie ich mich durch eigene Aussaat in Dahlem überzeugen konnte, der kleinsamigen Formengruppe angehört. Sie verbastardiert frei leicht mit dieser, so schwer es gelingt, die künstliche Kreuzung mit Erfolg auszuführen.

Vicia faba ist zuweilen von *Vicia narbonensis*, die im ganzen Mediterrangebiet wild vorkommt, abgeleitet worden. Die Formen lassen sich aber nicht kreuzen (Tupekowa 1926). Über die cytologischen Verhältnisse, die hier Aufklärung geben könnten, wird gleich zu sprechen sein.

Vicia, Wicke

In der Entwicklung der Gattung *Vicia* haben nämlich augenscheinlich cytologische Differenzierungsprozesse eine große Rolle gespielt (Sveshnikova 1927 u. 1928).

Es kommen neben der häufigsten Grundzahl 7, die haploiden Zahlen 6, 12 und 14 vor.

Die Chromosomen der Sektion *Eu-Vicia* sind durch eine kopfförmige Abschnürung ausgezeichnet. Diese fehlt beispielsweise *V. narbonensis*; da außerdem

1) Das Folgende nach Schweinfurth (1911) und Trabut (1911).

alle Chromosomen von *narbonensis*, abweichend von den anderen Arten zweischenkelig sind, trennt SVESHNIKOVA *narbonensis* von den Euvicieen ab. In Anbetracht der Tatsache, daß *Vicia narbonensis* als Stammpflanze für *V. faba* genannt worden ist, wäre die gleiche Kernanalyse für *V. faba* wichtig; sie steht noch aus.

Ebenso ist das Verhältnis zwischen *V. sativa* und *angustifolia*, die häufig in eine phylogenetische Linie gestellt werden, von Interesse. Beide haben 12 Chromosomen; ihre Idiogramme sind sehr ähnlich (Schenkel etwas verschieden lang); hierin zeigte sich *V. angustifolia* indessen sehr variabel. In *V. sativa* fand SVESHNIKOVA auch 10-chromosomige Formen, die durch Verschwinden der beiden Zwergchromosomen entstanden sind. Was die polyploiden Arten anbetrifft, eine Form von *unijuga* nach SAKAMURA (n = 12) und eine Form von *cracca* nach SVESHNIKOVA (n = 14), so erklärt SVESHNIKOVA die Zahl 14 aus Verdoppelung der für *cracca* normalen Zahl von 6 zu 12 und nachträglichen Zerfall eines zweischenkeligen Chromosoms. Die Folge ist ein veränderter (nicht gerade als *gigas* zu bezeichnender) Habitus.

Somit haben in der Gattung *Vicia* zwei Prozesse formbildend gewirkt:

Chromatinreduktion und
Chromatinvermehrung (Polyploidie).

Lupinus, Lupine

Aus der sehr artenreichen Gattung *Lupinus* sind nur wenige, und zwar sowohl neu- wie altweltliche Formen in Kultur übernommen, letztere mehr in der Landwirtschaft, erstere im Gartenbau.

Amerika	Mediterrangebiet
polyphyllus LINDL.	*luteus* L.
perennis L.	*albus* L.
	angustifolius L.
	Termis FORSK.
	hirsutus L.

L. luteus ist nur in gelbblühender Rasse bekannt.

L. angustifolius sowohl blau-, wie rot-, wie weißblühend.

L. albus nur weißblühend, durch besonders große Samen ausgezeichnet.

Dagegen gibt es eine weißsamige Form von *L. luteus* — was, in Kombination mit der Freiheit von Bitterstoffen der „süßen Lupine" (siehe oben) züchterisch auswertbar — zu einem neuen „Typus einer Kulturpflanze" führen könnte. Eine Kultureigenschaft, welche unsere anderen großen Leguminosen besitzen, fehlt der Lupine: das Geschlossenbleiben der Hülsen. Auch dies Merkmal dürfte mutativ aufgetreten sein, und deshalb ist es sehr wohl denkbar, daß es nach dem Gesetz der Parallelvariation auch bei der Lupine erscheint.

Die weißblühende, weißsamige Varietät von *L. angustifolius*, die ostpreußische weiße Lupine *diploleucus*, ist wie ihre Stammsippe bitter. In Ägypten werden die Samen von *L. Termis*, einer großen weißsamigen Form, nach Mazeration gegessen.

Die Einführung der gelben Lupine als Gründüngung nach Deutschland datiert erst von 1840, wo sie von BORCHARDT aus Sizilien in die Altmark gebracht wurde.

Phaseolus, Gartenbohne

Die Bohnen der Gattung *Phaseolus* sind amerikanischen Ursprungs; für die Geschichte ihrer Auffindung und Einführung in Europa kommen deshalb die-

selben Quellen in Betracht, die über Kartoffel, Tabak usw. Auskunft geben; vor allem hat sich WITTMACK um die Aufklärung der Herkunftsbeziehungen verdient gemacht (1879, 1888, 1896); zur Geschichte der Einführung siehe KILLERMANN (1919).

Ähnlich wie der Mais hat die Bohne sich schnell in der alten Welt, besonders im Orient verbreitet, und eine unhistorische Zeit vergaß über dem auf sie übertragenen alten Namen auch die Herkunft. DE CANDOLLE, dem WITTMACKS Anschauungen bereits bekannt waren, spricht wohl die Möglichkeit eines amerikanischen Indigenates aus, setzt sie aber zum Schluß in die Liste unter „Arten, deren Ursprung völlig unbekannt oder ungewiß ist". Seitdem haben die Ergebnisse sowohl der Untersuchungen des amerikanischen Materials als der genaueren Überprüfung der älteren Literatur diese Möglichkeit als zutreffend erwiesen, und heute besteht über das amerikanische Indigenat der Bohne kein Zweifel.

Was in Europa und im älteren Orient vor der Entdeckung Amerikas als *Phaseolus* bezeichnet wurde, waren teils *Dolichos Lablab* und *Vigna*-Arten, teils *Vicia faba*.

Die ganze Gattung *Phaseolus* hat 11 Chromosomen (KARPETSCHENKO 1925). Die beiden Arten *vulgaris* und *multiflorus* kreuzen sich nur schwer (nach UPHOF 1922 nur wenn *multiflorus* Mutter ist) und liefern ± sterile Bastarde (MENDEL 1866, TJEBBES 1921, 1927, TSCHERMAK 1912, UPHOF 1922).

Es ist bereits gesagt, daß die serologische Methode von ZADE seinerzeit an Leguminosen ausgearbeitet wurde; dort sind auch die wesentlichsten Resultate, die Leguminosen betreffend, mitgeteilt (S. 15).

Zu erwähnen ist aber noch, daß SIMON (1914) aus der Reaktionsweise auf Knöllchen-Bakterien Schlüsse auf die verwandtschaftlichen Beziehungen zwischen den Gattungen und Arten gezogen hat. Insofern als nach diesen und anderen Untersuchungen die Wurzelbakterien der Leguminosen als ±erblich fixierte Anpassungsformen des *Bacterium radicicola* an seine Wirtspflanzen aufzufassen sind, dürften in der Reaktionsweise serologische bzw. physiologische Übereinstimmungen zum Ausdruck kommen.

In den Agglutinationsversuchen wird einmal die Sonderstellung von *Soja hispida*, sowie die von *Phaseolus vulgaris* (Reaktion gegen *Pisum*) deutlich; dann aber vor allem die von *Vicia faba* gegenüber den anderen Vicieen, *Vicia sativa* und *arvense* sowohl wie *Pisum sativum*; andererseits die sehr engen Beziehungen zwischen *Pisum* und den anderen *Vicia*-Arten. Für die phylogenetischen Beziehungen nach POPOV dagegen liefert die Bakterienmethode keinerlei Indizien.

Auch muß darauf hingewiesen werden, daß die Ergebnisse der Agglutinationsversuche mit denen der Pflanzenimpfversuche nicht immer übereinstimmen, was aus einem Vergleich der Tabellen von SIMON (S. 473 u. 475) hervorgeht.

B. Die kleinen kleeartigen Leguminosen

Die meisten derselben gehören dem mediterranen Verbreitungsgebiet an; einige wenige dem südwestasiatischen, und eine letzte Gruppe ist weitverbreitet eurasisch und heute kosmopolit geworden. Soviel heute darüber bekannt, zeigt Tab. 43 diese Herkunftsbestimmungen. Überall ist wohl die Beziehung zu wilden Formen deutlich, ein großer Teil kaum von den spontanen Pflanzen verschieden.

Trifolium Klee

Wie bei den Gräsern sind sicherlich auch bei den Kleearten cytologische Vorgänge bei der Artbildung nicht nur, sondern auch bei der Differenzierung verschiedener Stämme wirksam gewesen. Das zeigen die Arbeiten an *Trifolium* von Karpetschenko (1925), Bleier (1925) und Wexelsen (1928). Untersucht wurden an 24 Arten Wurzelspitzen (K.), an 18 Arten die Reduktionsteilung

Abb. 80. Metaphaseplatten aus Wurzelspitzen von *Trifolium*-Arten. Nach Wexelsen 1928.
a u. *b Tr. pratense.* *c Tr. incarnatum.* *d Tr. alexandrinum.*
e Tr. hybridum. *f Tr. subterranum.* *g Tr. minus.*
h Tr. glomeratum.

(Bl.) bzw. an 10 amerikanischen und 8 europäischen Arten die Wurzelspitzen (W.) Nach der Zusammenstellung bei Wexelsen kommen die folgenden haploiden Zahlen bei den 43 untersuchten Arten vor:

n =	7	8	14	16	24	ca. 48	ca. 130
Anzahl Arten:	11	23	1	3	2	2	1

Diese Zahlen verteilen sich nicht entsprechend der systematischen Stellung. Man muß deshalb mit Karpetschenko und Wexelsen annehmen, daß die Zahl selbst eine geringere Rolle spielt als gewisse Veränderungen der Chromosomen, die sich bei konstanter Zahl abspielen. Aus Wexelsens Zeichnungen geht die verschiedene Form und Größe der Chromosomen sehr instruktiv hervor (Abb. 80) — sowohl zwischen Arten, als beispielsweise innerhalb der Art *Tr.*

repens. Hier kennt man — bei gleicher Zahl 16 — eine *gigas*-Rasse, deren Chromatinmasse diejenige von var. *sylvestris*, aus der wahrscheinlich die var. *giganteum* hervorgegangen ist, um ein Mehrfaches übertrifft (siehe Abb. 81). Die *gigas*-Natur zeigt sich nicht in der Blütenregion, sondern nur in vegetativen Teilen. Beispielsweise betragen die Blattmaße des Endblättchens im Durchschnitt von 10 Messungen:

	Länge in mm	Breite in mm
giganteum	44,1	32,4
sylvestris Pflz. 1	17,5	13,8
„ „ 2	12,7	10,2
„ „ 3	11,4	10,5

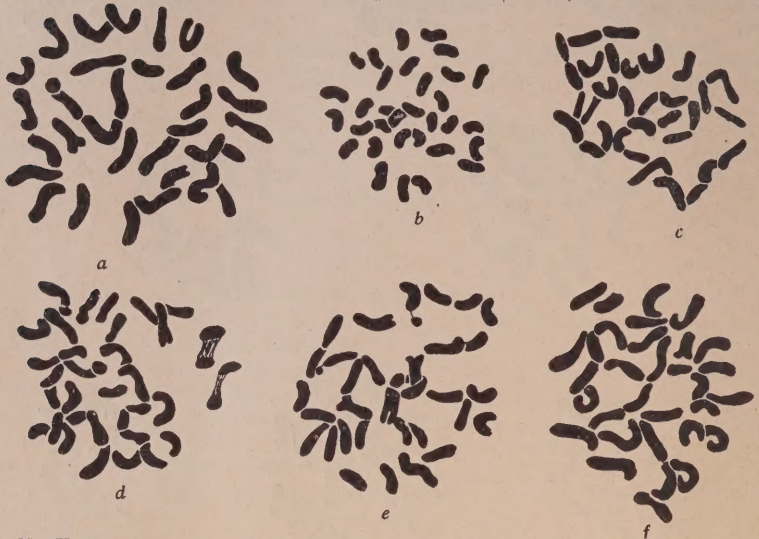


Abb. 81. Variation in der Chromosomengröße bei *Trifolium repens*. Nach Wexelsen 1928. *a* var. *giganteum*. *b*—*d* verschiedene Pflanzen der var. *sylvestre*; *e*, *f* F_1 aus $a \times b$.

Solche Rassen haben natürlich in der Natur starken Selektionswert.

Da in der Natur Bastarde nicht häufig sind, nimmt Wexelsen an, daß die Chromosomendifferenzen bei *Trifolium* weniger auf Bastardierung zurückzuführen sind, als vielmehr auf direkte (mutative?) Umlagerungen, Teilungen, Verdoppelungen innerhalb der Artchromosomen. So ist wohl die Beziehung zwischen *Tr. pratense*, n = 7 und dem ihm sehr ähnlichen *Tr. medium* mit nahe 130 Chromosomen zu denken. Ob dies auch für *Tr. hybridum* mit 8 und *repens* mit 16 Chromosomen gilt, wo die Chromosomengröße darauf hinweist, daß „das letztere einen Komplex besitzen könnte, der das Doppelte von dem des ersteren ist", bleibt dahingestellt — nach dem, was man über den Ursprung von *hybridum* bisher angenommen hat.

Über die Bildung von Akklimatisationsrassen und die damit zusammenhängende praktische Bedeutung der Herkunft gilt das für Gräser gesagte. Zu solchen Akklimatisationsrassen gehören der sog. Mattenklee der Schweiz, Bullenklee (am Niederrhein) oder cowgrass der Engländer, ausdauernde, lokalspeziali-

sierte Formen (vgl. LINDHARD 1921, WITTMACK 1922 und die hier angegebene züchterische Literatur).

Eine Mutation, wie das Auftreten kurzröhriger Blüten (STIMMELMAYER 1913) kann eine ganz neue Richtung für die Formgestaltung und Formverbreitung geben, insofern sie durch die Fähigkeit, nunmehr statt durch langrüßlige Insekten auch durch Bienen usw. befruchtet zu werden, neue Kreuzungsmöglichkeiten bietet.

Medicago, Luzerne

Phylogenetisch interessant ist die Luzerne geworden. Die blaue Luzerne *Medicago sativa* L. ist eine uralte Kulturpflanze, die in ihrer Heimat Vorderasien dem Wildbestande entnommen, schon frühzeitig als Futterpflanze kultiviert wurde (bei Medern Pferdefutter, Homer). Sie ist im ganzen Altertum bekannt. Eine hybride Abstammung, aus *M. falcata* L. × *M. Gaetula* URB., welche TRABUT (1917) vertritt, wird von BUSSE (1926) widerlegt.

Medicago sativa kam im 16. Jahrhundert über Frankreich als „Burgundisch Heu" nach Deutschland und wird heute vielerorts sicher rein gebaut. Doch dürften (das folgende im wesentlichen nach BUSSE 1926) viele der als „blaue Luzerne" bezeichneten Stämme einen leichten Einschlag von *falcata* haben. Die in Deutschland gebauten reinen Stämme sind nach BUSSE großenteils Neueinführungen südlicher Saat. Die meisten in Deutschland gebauten Luzernen gehören vielmehr der hybridogenen Sandluzerne *Medicago media* PERS. an. Die hybride Natur von *M. media* hat zuerst URBAN (1873) erkannt und daraus die Erklärung für ihre Vielförmigkeit gegeben. Er hat zur Prüfung seiner Theorie auch als erster die Kreuzung experimentell ausgeführt und die Nachkommenschaft geprüft. Der Name „Sandluzerne" bezeichnet demnach einen ganzen Formenkreis. Entsprechend den sehr verschiedenen ökologischen Ansprüchen der beiden Elternarten (vgl. die Ausbreitung der wilden Arten in Tab. 43) und infolge weitgehender Aufspaltung dieses Merkmales (oder Merkmalkomplexes) besonders der landwirtschaftlich wichtigsten Faktoren: Winterhärte und Anspruchslosigkeit in den folgenden Generationen ist damit eine breite Basis zur Ausbildung von Akklimatisationsrassen oder wie BUSSE sie nennt: Regionalrassen, gegeben. Zu diesen gehört auch die für Deutschland und für Amerika wichtig gewordene „altfränkische Luzerne", aus der in Amerika die „Grimm-Luzerne" als höchst wertvolle neue Regionalrasse hervorgegangen ist. Wie BUSSE nachweist (vgl. dazu den sehr instruktiven Abschnitt in dem genannten Aufsatz), fast ausschließlich auf dem Wege der natürlichen Selektion seit 1858.

Bei wenigen „Kleesaaten" spielt die Herkunft eine so schwerwiegende Rolle wie bei der perennen Luzerne. BUSSE zeigt, wie die Anbauversuche mit turkestanischer Luzerne in Deutschland aus diesen ökologischen Gründen zum Scheitern verurteilt waren. Stellt doch die turkestanische Luzerne selbst eine für die dortigen Verhältnisse extrem angepaßte Regionalrasse dar (BUSSE 1925).

Ein interessantes Vorkommen von *Medicago media* in Transkaukasien beschreibt TROITZKY (1927). In einem Areal von wildwachsender *sativa* wuchs scharf abgegrenzt ein Areal von *Medicago media* und in der Mitte desselben *M. falcata* L. — nach TROITZKY das einzige wilde Vorkommen desselben in Transkaukasien. Nimmt man Verschleppung der *falcata*-Samen an, etwa durch Tiere, so ist das sofortige Erscheinen des Bastards beachtenswert.

Über die übrigen kleinen Leguminosen liegen keine Arbeiten vor, die wesentliches und neues für phylogenetische Fragen bringen: Wir bringen deshalb nur eine tabellarische Übersicht (Tab. 43) und einige Literaturhinweise, sowie die Chromosomenliste (Tab. 44).

Tabelle 44. Chromosomenzahlen der Leguminosen

	n =	aus 2n bestimmt		
Phaseolus				
vulgaris	11	+	KARPETSCHENKO	1925
multiflorus	11	+	„	1925
lunatus	11	+	„	1925
Mungo	11	+	„	1925
angularis	11	+	„	1925
aureus	11	+	„	1925
trilobus	11	+	„	1925
acutifolius	11	+	„	1925
vulgaris	11		WEINSTEIN	1926
Vigna unguiculata	11	+	KARPETSCHENKO	1925
„ *catjana*	11	+	„	1925
Dolichos Lablab	11	+	„	1925
Lupinus				
albus	ca. 20		DE SMET	1914
angustifolius	20		WINGE	1925
mutabilis	24		„	1925
luteus		ca. 46	HEITZ	1926
Pisum sativum einschl. *arvense*	7		alle Untersucher, alle Rassen: NEMEC 1903, 1904; STRASBURGER 1907, 1911; KEMPTON 1910; SAKAMURA 1916. 1920. BATESON a. PELLEW 1920; DE LITARDIÈRE 1921; CANNON 1923; WINGE 1925; DOMBROWSKAJA 1925; HEITZ 1926; LUTKOV 1929; DARLINGTON 1929; HÅKANSSON 1929	
Pisum humile	7		LUTKOV	1929
Soja hispida	20	+	KARPETSCHENKO	1925
Lathyrus odoratus	7		WINGE	1919
			LATTER	1925
„ *megalanthus* = *latifolius*	7		WINGE	1919
„ *vernus*	7		SAKAMURA	1920
Lens esculenta	7	+	SAKAMURA	1920
„ „	7	+	HEITZ	1926
„ „	7		NIKOLAJEWA	1924
„ „	7		BLEIER	1928
Vicia				
Ervilia	7		NIKOLAJEWA	1924
hirsuta	7		„	1924
disperma	7		„	1924
bithynica	7		„	1924
monantha	7		SWESHNIKOVA	1925
tetrasperma	7		„	1925
gracilis	7		„	1925
silvatica	7		„	1925
villosa	7		„	1925
picta	7		„	1925
grandiflora	7		„	1925
peregrina	7		„	1925

Fortsetzung Tabelle 44

	n =	aus 2n bestimmt		
Vicia				
lutea	7		Sweshnikowa	1925
pannonica	7		„	1925
narbonensis	7		„	1925
serratifolia	7		„	1925
dasycarpa	7	+	Sakamura	1920
atropurpurea	7	+	„	1920
unijuga	12		„	1916, 1920
„	6		Sweshnikowa	1925
orobus	6		„	1925
amoena	12		„	1925
tenuifolia	12		„	1925
macrocarpa	6		„	1925
cracca	6		„	
	6		Sakamura	1914, 1920
„ var.	14	+	Sweshnikowa	1925
Pseudorobus	6	+	Sakamura	1920
hybrida	6		Nikolajewa	1924
angustifolia	6		„	1924
„	6		Sweshnikowa	1925
sativa	6		„	1925
„	6		Sakamura	1916, 1920
„	6		Nikolajewa	1924
„	6		Bleier	1928
Linsen-Wickenbastard	6		Bleier	1928
Vicia faba	6		Nemec	1904, 1910
			Strasburger	1911
			Lundegårdh	1912, 1914
			Sharp	1913, 1914
			Sakamura	1915, 1920
Trifolium				
repens	12		Martin	1924
„	16		Erith	1924
„	16	+	Karpetschenko	1925
„	14		Bleier	1925
„	16	+	Wexelsen	1928
„	16	+	„	
pratense	7		Bleier	1925
„	7	+	Karpetschenko	1925
„	12		Martin	1924
„	7		Wexelsen	1928
hybridum	8		Bleier	1925
„	8	+	Karpetschenko	1925
„	8	+	Wexelsen	1928
medium	ca. 40		Karpetschenko	1925
„	48—49		Bleier	1925
incarnatum	7	+	Karpetschenko	1925
„	8		Bleier	1925
„	7	+	Wexelsen	1928
fragiferum	8		Bleier	1925
„	8	+	Karpetschenko	1925
procumbens	7		Bleier	1925
badium	7		Karpetschnko	1925
			Bleier	1925
spadiceum	7	+	Karpetschenko	1925
filiforme	7	+	„	1925
„ var. *minus*	14		Bleier	1925
glomeratum	7		„	1925
„	8	+	Wexelsen	1928

Fortsetzung Tabelle 44

	n =	aus 2n bestimmt		
Thalii	8		Bleier	1925
ambiguum	8	+	Karpetschenko	1925
montanum	8	+	„	1925
parviflorum	8	+	„	1925
Lupinaster	24	+	„	1925
resupinatum	8		Bleier	1925
„	8	+	Karpetschenko	1925
tumens	8	+	„	1925
arvense	7	+	„	1925
„	7		Bleier	1925
scabrum	8	+	Karpetschenko	1925
lappaceum	8	+	„	1925
rubens	8	+	„	1925
alpestre	8	+	„	1925
„	8		Bleier	1925
angustifolium	7	+	Karpetschenko	1925
ochroleucum	8		Bleier	1925
pannonicum	48—49		„	1925
„		ca. 130	Karpetschenko	1925
maritimum	8	+	„	1925
squarrosum	7	+	„	1925
minus	14		Bleier	1925
„	16	+	Wexelsen	1928
subterranum	8	+	„	1928
Alexandrinum	8	+	„	1928
Amerikanische Arten:				
obtusifolium	8	+	Wexelsen	1929
„ var. *majus*	8	+	„	1929
variegatum	8	+	„	1929
wormskioldii	24	+	„	1929
microcephalum	8	+	„	1929
fucatum	8	+	„	1929
„ var. *virescens*	8	+	„	1929
albopurpureum	8	+	„	1929
dichotomum	16	+	„	1929
reflexum	8	+	„	1929
ciliolatum	8	+	„	1929
Medicago				
lupulina	8	+	Karpetschenko	1925
„	8	+	Ghimpu	1928
platycarpa	8	+	Karpetschenko	1925
sativa	16	+	„	1925
„	16	+	Ghimpu	1928
falcata	16	+	Karpetschenko	1925
scutellata	16	+	Ghimpu	1928
orbicularis	8	+	Ghimpu	1928
disciformis	8	+	„	1928
Echinus	8	+	„	1928
minima	8	+	„	1928
maculata	8	+	„	1928
sphaerocarpa	8	+	„	1928
rigidula	8	+	„	1928
tornata	8	+	„	1928
Fenoreana	8	+	„	1928
truncatula	8	+	„	1928
Helix	8	+	„	1928
Melilotus albus	8	+	Castetter	1923, 1925

VII. Beta

Beta: Becker-Dillingen 1924. Bleier 1927. Colin 1924. Hall, Sir Daniel 1928. Kajanus 1911, 1912, 1913, 1917. Krüger 1922. Kuzmina 1927. Levitski 1927. Lindhard u. Iversen 1919. Lippmann 1925. Mayer-Gmelin 1925 a u. b, Munerati, Mezzadroli u. Zapparoli 1913. Proskowetz 1896, 1898, 1900—1903, 1910. Savizky 1927. Sannikoff 1927. Schindler 1891. Schneider 1926. Sinskaja 1926. Snell 1930. Sugiura 1927. Transchel 1927. Tschermak 1927. Vilmorin 1853, 1920, 1923.

Während de Candolle der Rübe *Beta vulgaris* L. nur wenige Zeilen widmet, liegen aus neuerer Zeit zwei größere Abhandlungen vor, welche sich mit der Geschichte und Genetik der Rüben eingehend beschäftigen: mehr botanisch-genetisch eingestellt ist Vilmorins: L'hérédité chez la betterave cultivée (1923), mehr historisch und phylogenetisch Lippmanns: Geschichte der Rübe (1925). de Candolle sieht die beiden Haupttypen, die der Blätter (Mangold) und die der Rübe wegen gebaute, als eine Art an, ebenso die wilden Formen, die sich „auf den Kanaren in der ganzen Mittelmeerregion bis nach dem Kaspisee, Persien und Babylonien", wild in sandigen Terrains, besonders an den Meeresgestaden finden; letztere von Linné als *Beta maritima* L. abgetrennt, alle dann als *B. vulgaris* s. l. zusammengefaßt. Mit der Erwähnung, daß die Alten bereits weiße und rote Rüben kannten, sind die Mitteilungen de Candolles erschöpft. Die Kultur führt er bis ins 4. bis 6. Jahrhundert v. Chr. in das für die Wildform angegebene Verbreitungsgebiet zurück.

Unter den Kulturrüben werden heute unterschieden:

1. Zuckerrübe: *Beta vulgaris saccharifera*,
2. Runkel (Futter-)rübe *Beta vulgaris rapa*,
3. Salatrübe, einschließlich Rote Bete (Bette potagère), *Beta vulgaris cruenta* Alef.

   weiß (*hortensis*)
   rot (*rubra*)
   gelb (*chilensis Hort.* bei Vilmorin),

4. Mangold, Bette poirée, *Beta vulgaris Cicla* Gcke., Stengelgemüse — Blattgemüse.

In der Kultur sind in frühester Zeit allem Anschein nach die Blätter verwendet worden; die früheste Abbildung bei Dioscorides zeigt große Blätter und eine schmale lange Pfahlwurzel (reproduziert bei Lippmann). Erst später treten die Rüben auf. Dies ist ein Ausdruck für die natürliche Variabilität der Art. Das Stoffspeichergewebe kann an verschiedenen Teilen der Pflanze ausgebildet werden. Im Mangold ist es im wesentlichen die Blattrippe (daneben auch etwas die Spreite), die abnorm verdickt und als Speichergewebe ausgebildet ist; seine Wurzeln sind dünn, vielfach gegabelt und holzig. In den anderen Fällen verdickt sich die Wurzel, verkürzt sich und wird fleischig. Die lange Form ist älter als die runde; die ältesten Darstellungen von Rüben, wie die obengenannte bei Dioscorides zeigen, hier wie bei den Cruciferen, stets langrübige Formen. Den Übergang zwischen der langen und der runden Form bildet die ovale, bei der die Verdickung nach oben ins Epicotyl steigt (Krauss 1908, Sinskaja 1926). Verschieden ist vor allem die Art der abgelagerten Substanz in chemischer Hinsicht: Ablagerung von nicht reduzierenden Zuckern (bis zu 20 %) in der Zuckerrübe; dieselben mit einem Zusatz von reduzierenden Zuckern (1—4 %) bei der Futterrübe und endlich Salzreichtum neben dem Zucker bei den sogenannten Salatrüben, der weißen und roten Bete (Ausführlicheres bei Becker). Lippmann hat mit möglichster Vollständigkeit alle auf die Kultur und Geschichte der Rüben bezüglichen Berichte und kurzen Angaben zusammen-

gestellt[1]). Nach ihm geht die Kultur noch weit über die von DE CANDOLLE vermutete Zeit zurück; unter dem Namen *silqa* ist in einer Pflanzenliste eines babylonischen königlichen Gartens aus dem 8. Jahrhundert v. Chr. der Mangold (neben der weißen Rübe = *Br. rapa*?) erwähnt. Der Name *silqa* wird aber auf syrischen — und letzten Endes phönizischen Ursprung, also auf Kultur im Mittelmeergebiet — zurückgeführt. Die Kultur des Blattmangold hat in griechischer und römischer Zeit eine Hauptrolle gespielt; es wurde auch im frühen Mittelalter (Capitulare, hlg. Hildegardis) unter dem Namen römisch Gras, *Beta Cicula*, nach Deutschland übernommen. In Griechenland tritt — vielleicht auch in Ägypten schon — (über die Unterscheidung der „Rüben" im Altertum siehe bei *Brassica* S. 275) die fleischige Wurzel neben dem Blatt in Verwendung; sehr vielfach offizinell, dann vor allem als Salatrübe; hier waren bereits weiße und rote Sorten bekannt. Bis zu Beginn des 18. Jahrhunderts wurde somit die Rübe als Mangold und als Salatrübe zu menschlichem Genuß angebaut. Dann aber setzt in Deutschland im 18. Jahrhundert in immer zunehmendem Maße die Feldkultur der Runkelrübe besonders zu Futterzwecken ein, indem die Selektion auf Masse in der Rübe sowohl vom Blattmangold als naturgemäß von der Salatrübe ausging. So beschreibt REICHART (Land u. Gartenschatz 1753 zu Erfurt) die „Runkel- oder Dickrübe" als eine Art Mangold; in Hannover wird vom Hofapotheker ANDREA der Anbau der *Beta maxima* oder „Schweizer Mangold" empfohlen: Die Blätter als Gemüse, die Wurzeln als Viehfutter (weitere Belege bei LIPPMANN, S. 103ff.). Es ist nach diesen Zeugnissen kein Zweifel, daß die Futterrüben mit ihren verschiedenen Farben z. T. nichts als mit anderem Ziel gezüchtete Mangoldrüben sind; man spricht direkt von „Viehmangold". Bei BECKMANN (1769, Grundsätze der Landwirtschaft) wird zum erstenmal die gelbe Bete neben der weißen, roten und grünen als Rübe genannt.

Andererseits führte der Weg zur feldmäßig angebauten Futterrübe sicher auch aus der Salatrübe heraus; hier ist es, soviel aus den Angaben LIPPMANNS hervorgeht, besonders die weiße Rübe gewesen, deren zuckerhaltiger Saft als „Rübenkraut" zu Sirup eingekocht, auch als Bienenfutter zur Verwendung kam; seit 1605 kennt man durch OLIVIER DE SERRES das Vorkommen von Zucker in der Wurzel von *Beta*. Aber erst die Entdeckung des Rohrzuckers durch MARKGRAF (1747) in der weißen oberschlesischen Runkelrübe und seine technische Auswertung durch ACHARD gab, wie hier nicht des näheren ausgeführt zu werden braucht, den Anlaß zur Herausdifferenzierung der Form „*saccharifera*" aus der „*rapa*". Daß letzten Endes die „Zuckerrübe" der ganzen Welt auf diese erste Rasse, die oberschlesische weiße Runkelrübe, zurückgeht, ist dadurch erklärt, daß VILMORIN zunächst Saat von ACHARD aus Schlesien bezog und seine Kulturen als Sorten nach Deutschland zurückkamen und den Markt eroberten. Damit erklärt sich die so außerordentlich große botanische Einheitlichkeit der Zuckerrüben; und wenn sich auch heute durchgreifende morphologische und physiologische Unterschiede zwischen Futter- und Zuckerrüben — und beider gegen Mangold — aufstellen lassen, so ergibt ein Rückblick auf die historische Entwicklung bereits, daß eine systematische Trennung nicht zulässig ist. Wir sehen hier vor unseren Augen eine Ausdifferenzierung durch eine bestimmte Zuchtrichtung sich vollziehen, die in den meisten anderen Fällen in eine uns nicht mehr offenliegende Vergangenheit zurückweist. Da inzwischen der Anbau der weißen, gelben und roten Futterrübe sich stark durchgesetzt hatte, ist in späterer Zeit noch manche andere Form auf ihren Zuckergehalt hin in eigens darauf gerichtete Züchtung einbezogen worden.

---

1) Die folgenden Zitate daher meist nach LIPPMANN.

Der genetische Gehalt der *Beta vulgaris* in ihren verschiedenen Kulturformen ist von LINDHARD und IVERSEN, von KAJANUS, FRUWIRTH und MUNERATI untersucht worden. Für die phylogenetische Betrachtung ist zu erklären das Vorkommen der weißen, gelben, roten Farben, ihre Beziehungen zueinander und zu den wilden Stammformen.

LINNÉ unterschied vier Arten in der Gattung *Beta*: *vulgaris*, *patula*, *cicla* und *maritima*, von denen er, wie erwähnt, die erste und letzte später zu einer Art, *B. vulgaris*, zusammenzog. Heute kennt der Index Kewensis neben vier kontinentalen europäischen und vier außereuropäischen Arten sieben maritime Arten: *vulgaris*, *patellaris*, *procumbens*, *Webbiana*, *patula*, *Bourgaei* und *diffusa*; *Cicla* und *maritima* sind als Varietäten zu *vulgaris* gestellt. Nach den Ergebnissen der Züchtung und der genetischen Analyse sahen wir, daß dies für *Beta Cicla*, den Kulturmangold, jedenfalls richtig ist.

Wie hat man sich nun in diesem Fall die Beziehung zu den Wildformen zu denken?

KERNER hat darauf hingewiesen, daß ein Teil unserer wichtigsten Gemüsepflanzen Halophyten sind; das erklärt einerseits ihre Ansprüche an gut aufgeschlossene alkalische Böden, andererseits ihren Gehalt an kulinarisch wichtigen Salzen, wie auch ihre Fähigkeit, die seltenen Haloide des Meerwassers, wie Jod und Brom, in verhältnismäßig großen Mengen zu binden.

Unter den maritimen Arten von *Beta* hat *B. maritima* die weiteste Verbreitung. Außer dem von DE CANDOLLE angegebenen Gebiet von den Kanaren bis Persien werden auch die atlantischen Küsten Europas von Spanien über England, Irland bis nach Schweden und Lappland als Standorte angegeben. Doch spielen diese Vorkommen für die Kulturrüben, wie aus der historischen Darstellung ersichtlich, keine Rolle; wohl aber sind die südlichen Formen in Betracht zu ziehen. *Beta maritima* tritt im Mittelmeergebiet in einer außerordentlichen Formenmannigfaltigkeit auf, die sich in Habitus, Farbe der Rüben, Blätter und Blattstiele, Form der Blätter und — was für die Zuckerrübe besonders wichtig ist, in Ein- bzw. Zweijährigkeit geltend macht. Daß man die Varietäten vielfach als Arten beschrieben hat, spricht für die große Variationsbreite der Art, und es läßt sich zeigen, daß die uns wertvollen Kultureigenschaften zumindest in ihren Anfängen innerhalb dieser natürlichen Variationsbreite liegen.

Ursprung der Speichergewebe

MONTEUIL hat die histologischen Unterschiede zwischen den Wurzeln von *maritima* und *vulgaris* festgestellt, die sich kurz folgendermaßen zusammenstellen lassen:

Tabelle 45.

	maritima:	*vulgaris:*
Kutikula der Epidermis	dick	dünn
Gefäßbündel der Mediannerven	in Gruppen, jedes mit eigener Endodermis	verteilt
Kollenchym im Pericykel	schwach	stark
Holzteil	stark	schwach

Diese Merkmale gehen alle in Richtung der Beanspruchung der Wurzel als Haftorgan bei *maritima* — als Speicherorgan bei *vulgaris*. (Anatomische Unterschiede zwischen Futter- und Zuckerrübe siehe bei VILMORIN.)

Die starke Übereinstimmung von *vulgaris* und *maritima* in der Blütenregion, die von der Selektion nicht berührt wurde und sich daher infolge stark ausge-

sprochener Allogamie sehr einheitlich halten konnte, drängte dazu, Umzüchtungsversuche mit *B. maritima* vorzunehmen. Dies ist verschiedentlich mit gutem Erfolge geschehen.

Die Übernahme auf guten gedüngten Boden führt bezüglich der Wurzel zu einer Steigerung der speichernden Eigenschaften. Insbesondere hat Proskowetz bei der auf Madeira und in Portugal heimischen *B. patula* positiven Erfolg gehabt. *B. patula*, im allgemeinen als besondere Art angesehen, ist nach Proskowetz der Typus der Rübenkriechform (Öster. Z. f. Zuckerindustr., 29—32) mit extrem starker Verzweigung — zudem durch löffelförmige Blätter charakterisiert. Es gelang ihm, sie durch Auslese „allmählich" völlig in die Zuckerrübe überzuführen; Lippmann, der hierbei Mutation im Spiele vermutet, betrachtet deshalb auch *B. patula* nur als Lokalrasse von *maritima*; Proskowetz und Schindler (1891) gehen sogar so weit, daß sie alle Beten als Standortsvarietäten von *Beta maritima* ansehen. Richtig ist aber wohl die Deutung von Vilmorin und Munerati, wonach die „Umzüchtungserfolge" Proskewetz' auf Verbastardierung infolge ungenügender Isolierung und nachfolgender Selektion beruhen. (Über die heute als notwendig erkannte Isolierung der Rüben siehe Plaut, Fruwirth u. a.)

Nach Krüger (1922) erweisen sich die wilden Arten als sehr zäh gegen Umzüchtung, dagegen gelingt Bastardierung mit Kulturrüben leicht. Dies gilt sowohl für *B. maritima* nach Schneider (1926), als für *B. patula*. Über vergleichende Anbauversuche mit *maritima* und *vulgaris* berichtet auch Mayer Gmelin (1925/26). Seit 1909 arbeitet Munerati mit sorgfältiger Isolierung; er fand den Zuckergehalt und die Dicke der Wurzel, ebenso die Bekrautung rasch ansteigend, dagegen war in der Verholzung bisher keine Veränderung zu bemerken. Es liegt also die Tendenz zur Ausbildung der „Rübe" innerhalb der Variationsbreite der Art — doch kennen wir heute keinen wilden Typus mit fleischiger Wurzel, wie er zur Inkulturnahme anreizen konnte (Theorie siehe bei *Brassica*, „Rübe"). Vielleicht ist hier eine Angabe von Munerati zu nennen (1913, 1916), sowie die Beschreibung einer südfranzösischen Rübe bei Vilmorin (S. 28).

Anders liegt es für die zweite Art der Speicherung von Reservestoffen, die beim Mangold verwirklicht ist in den Blattstielen. Hier existiert eine var. *Cicla*, die wild in Spanien, Portugal und auf den Inseln des Mittelmeeres vorkommt, nach Fraas (in Lenz), auch in Griechenland in feuchten Meeresniederungen und sich durch stark verbreiterte, saftige Blattstiele und -Rippen auszeichnet; biologisch ist dies als eine Monstrosität anzusehen, wie wir sie sowohl mutativ, wie als Kreuzungsderivat: Kombinante oder Spaltprodukt auftreten sehen. Analog dürfte man sich das seltene Vorkommen fleischiger Formen der Rübe denken.

Die Wurzel von *Cicla* ist holzig. Daß dies die Wildform ist, die zum Mangold führt, ist wohl sicher; wie erwähnt, ist die Verwendung der Blattstiele und Blätter als Gemüse die älteste (*silqa* der Babylonier und Syrer) und in Griechenland und Alt-Rom und bis ins 17. Jahrhundert die verbreitetste.

Ursprung der Farben

Mangold ist weißgrün und orangegelb bekannt. Die Salatrübe weiß und purpurrot (*nigra* der Alten) und seltener gelb (Vilmorin), die Futterrübe weiß, gelb, orange, rosa, rot und geringelt — dabei die Farbe teils oberflächlich, teils einheitlich durch den ganzen Wurzelkörper gehend; die Zuckerrübe ist weiß. Wann treten diese Farben auf? Wo stammen sie her?

Schon die Griechen unterschieden roten (schwarzen) und weißen Mangold; es ist heute bekannt, daß korrelativ mit der dunklen Rotfärbung der Blätter und

Stiele auch die Rübe rot ist; sofern also Blattmangold und Speiserüben (Salatrüben) auf das gleiche Ausgangsmaterial zurückgehen, wie oben nachgewiesen, ist auch für das Auftreten der purpurroten Farbe der roten Bete in der natürlichen Variabilität der Art die Grundlage sehr frühzeitig gegeben. Weiß und rot sind die wichtigsten Farben der Salatrüben geblieben. Bei Mangold wird die gelbe Farbe zuerst erwähnt — also wohl, was oben als orangegelb bezeichnet ist. Die wilde *B. Cicla* von Spanien ist gelbstenglig; ebenso werden von Nordafrika und den Mittelmeerinseln neuerdings farbige Wildtypen beschrieben. Besonders stark ausgeprägt ist die Farbe im sogenannten „chilenischen Mangold". Über den Mangold ist die gelbe Farbe in die Futterrüben gekommen, wobei entweder nur die Epidermis gelb ist oder außerdem auch das Fleisch; alsdann resultieren Farbtöne wie die von Tankard oder der goldgelben Feldrübe u. a.

Das Rot der Futterrüben ist ein anderes als das der roten Salatbete; auch kommt es in mehreren Abstufungen vor. Lindhard und Iversen haben gezeigt, daß die Farben rot (blutrot): gelb-weiß durch zwei Faktoren zustande kommen, R G ist rot, r G gelb, Rg und rg weiß; Kreuzung gelb × weiß kann also rot ergeben, was mit älteren — damals auffallenden — Beobachtungen übereinstimmt (Proskowetz, Fruwirth, Kajanus). Daß die Zuckerrübe fast nur weiß vorkommt, erklärt sich aus der Art ihrer Verbreitung: In Deutschland aus der weißen oberschlesischen gewonnen, wurde diese, wie bereits erwähnt, von Vilmorin übernommen[1]), durch strenge Methoden innerhalb der Sorte hochgezüchtet und in hochgezüchteten Stämmen teils nach Deutschland zurückgebracht, teils nach Belgien, Holland und Skandinavien verbreitet, von wo sie dann ihren Siegeszug durch die Welt angetreten hat. Auch heute noch sind sich die Zuckerrübenrassen der ganzen Welt sehr ähnlich und manche ihrer Eigenschaften, die sie von den Futterrüben trennen, aus ihrer Herkunft erklärlich.

Tieflage der Wurzeln

Die ökonomisch wichtigste ist wohl das tiefe Stecken im Boden, das nach allgemeiner Ansicht in Korrelation zum Zuckergehalt steht; daher diese Eigenschaft sich nicht nur bei den Deszendenten der weißen oberschlesischen, sondern auch nachfolgend anderer zur Züchtung auf Zuckergehalt herangezogener Futterrüben zeigt. Das gilt z. B. für die Kaiserrübe von Knauer in Gröbers bei Halle, die ebenfalls von Vilmorin übernommen und für Frankreich wichtig wurde.

Diese Korrelation ist so fest, daß beispielsweise (nach Vilmorin) eine Brabanter Züchtung, die hoch aus der Erde ragt, so verhältnismäßig niedrigen Zuckergehalt hat, daß sie nur in der Destillerie verwendet wird.

Umgekehrt sind späterhin mehrfach Futterrüben aus den — weißen — Zuckerrüben isoliert, wobei dann Eigenschaften wie das Steckenbleiben im Boden wiederum negativen Selektionswert besitzen. Diese Tatsachen lassen erkennen, wie außerordentlich groß die Plastizität der *Beta* ist; sie ist es, welche diese Vielförmigkeit und Verschiebbarkeit des Typus zwischen Mangold, Futter- und Zuckerrüben ermöglicht. Das zeigt sich auch bei den folgenden noch zu betrachtenden Eigenschaften.

Die holzigen Wurzeln der Wildrüben stecken natürlich völlig im Boden; die fleischige Verdickung, sofern sie nur die Wurzel betrifft, gleichfalls. Je mehr aber die Verdickung — wie wir sahen, ist dies auch die zeitliche Reihenfolge — auf

---

1) Es ist von Interesse, daß bei Gelegenheit dieser Züchtungen das später so genannte „Vilmorinsche Prinzip" der Selektion nach Linienzucht und Beurteilung nach der Nachkommenschaft ausgearbeitet und ausgesprochen wurde: Note sur un projet d'expériences ayant pour but d'augmenter la richesse saccharine de la Betterave. Bull. Séanc. Soc. Imp. d'Agr. 2 sér. VI, p. 169, 1868.

das Hypo- und endlich selbst das Epikotyl übergreift, ragt die Wurzel über den Boden heraus. Die Tendenz, mehr oder weniger aus der Erde zu treten und zu ergrünen, mit anderen Worten: einen Wurzelhals zu liefern, ist nach VILMORIN erblich, jedoch auch stark vom Boden abhängig. VILMORIN glaubt übrigens nicht, daß es sich hierbei um eine echte physiologische Korrelation handelt, sondern vielmehr um eine Koppelung, daher Beziehung nur bei Extremen gilt. Die Korrelation müßte demnach zu brechen sein — was indessen bisher trotz der stark auf dieses Ziel gerichteten Züchtung nicht gelungen ist. Genetisch wäre es dann eher durch Kreuzungen zu erwarten.

Zuckergehalt

Die Rohstoffe, welche den Betaarten ihren Weg in die Kultur gebahnt haben, sind einerseits die Salze (Gruppe der Salatrüben, hierzu das über Haloide gesagte), andererseits der Zucker. Auch hier findet sich die ganze Variationsbreite bereits bei den wilden Rüben. Die folgende Liste ist nach den Angaben bei LIPPMANN zusammengestellt:

Tabelle 46. Zuckergehalt von *Beta maritima* (nicht reduzierender Z.)

Standort	Untersucher	Zuckergehalt %	Publikation
Östliche Adria . .	PROSKOWETZ	0,3—15; 18	Öst. Ztschr. f. Zuckerind. Bd. 21, 27, 33
Westliche Adria .	MUNERATI	10—14; 20	Ibid. 40, 1911, 1892, 1898, 1904
Bretagne	SAILLARD	13,8—19,6 (durchschn. 15,95)	—
Garonne	BANDRY u. COLIN	9—14	Bull. Ass. Chim. 38, 1920
Frankreich . . .	VILMORIN	13—14,6	Vilm. S. 13
Ohne Angabe . .	KRÜGER	—20	Bl. f. Zuckerbau 29, 1922

Sehr auffallend ist es demgegenüber, daß der Gehalt an reduzierendenZuckern bei den Wildrüben so niedrig ist, daß er sich in der Größenordnung der Zuckerrübe bewegt, — gefunden wurde im Maximum 0,4—0,7 %, gewöhnlich aber nur 0,10—0,15 % (MUNERATI, VILMORIN, COLIN), bei der Futterrübe beträgt er 1—2, unter Umständen aber auch 3—4 %. Ob diese geringere Variationsbreite der Wildrüben Tatsache ist oder nur durch zu geringes Untersuchungsmaterial vorgetäuscht wird, muß dahingestellt werden. Daß der Invertzucker der Zuckerrübe fehlt, könnte leicht ebenso erklärt werden wie ihre weiße Farbe — nämlich damit, daß die weiße oberschlesische zufällig oder korrelativ — arm an reduzierenden Zuckern war.

Lebensdauer und Entwicklungsrhythmus

Als letzte der hier interessierenden Eigenschaften ist die Lebensdauer und der Entwicklungsrhythmus der Rüben zu nennen. Unsere Rüben sind normalerweise zweijährig. Individuen, die im ersten Jahre blühen, nennt man Schoßrüben, Schosser; solche, die erst im dritten Jahre blühen, Trotzer. Es ist dem Züchter unliebsam bekannt, daß in überwiegend zweijährigen Zuchten Schosser, und, seltener, Trotzer stets wieder vorkommen, sowie auch, daß diese Erscheinung jahrweise verschieden, in hohem Grade von Witterung, Bodenbearbeitung und Düngung abhängig ist.

Von den maritimen Wildarten des Index Kewensis ist *Webbiana* perenn, *patula*, *Bourgaei* und *diffusa* sind zweijährig, *procumbens* und *patellaris* einjährig; bei *maritima* sind einjährige, zweijährige und perenne Formen bekannt. Die folgende Liste für *vulgaris* ist wiederum nach LIPPMANN zusammengestellt.

Flahault, Südfrankreich (1890)
Dupont und Riffard, Südfrankreich (1907)
Radde und Runge Küste des { Mittelmeeres, roten Meeres, Kaspisees, Transkaukasien } nie einjährig, stets zweijährig oder perenn

Absaat der Flahaultschen ergab:

bei Schindler a. d. Ostsee } 1. Gen. nur einjährig,
„ Proskowetz in Mähren } 2. Gen. ein- und zweijährig
„ Munerati in Italien bei Düngung . . . . . } schnell
„ starker nächtlicher Belichtung } viel
„ später (warmer) Aussaat . . } einjährige

Proskowetz östl. Adria . . . . wechselnd am gleichen Standort je nach Witterung ein- und zweijährig und perenn.
Munerati westl. Adria . . . vorwiegend einjährig, daneben zweijährig bis perenn.
Vilmorin Frankreich medit. meist zwei-, zuweilen einjährig.
„ atlant. zweijährig bis perenn.

Sehr stark ist jeweils der Einfluß der Außenfaktoren; daher kommt Krüger zu dem Schluß, daß im Süden die Rübe mehr zu Einjährigkeit, im Norden zu Mehrjährigkeit neige. Der Prozentsatz Schosser ist aber für eine Sorte charakteristisch und mithin erblich. Munerati fand 100, aber auch 0 % in der Nachkommenschaft zweijähriger Rüben. Bateson hat daraufhinzielende Versuche gemacht, die nach seinem Tode von Sir Daniel Hall veröffentlicht sind. Danach stellen unsere Rübensorten Mischpopulationen aus Rüben dar, welche in erblich verschiedenem Maße gegen schoßauslösende äußere Einflüsse resistent sind.

Cytologie: *Beta vulgaris* hat ebenso wie *Beta maritima* n = 9 Chromosomen (Winge 1925, Bleier 1927, Kuzmina 1927, Lewitsky 1927). *B. trigyna* 27 (Bleier 1927, Dudok van Heel 1925, Nemec 1916).

Zusammenfassend kommen wir also trotz der vielen hier mitgeteilten Einzelheiten im wesentlichen auf das von de Candolle gefundene Resultat zurück. Die sehr verschiedenen Kulturformen von *Beta vulgaris* gehen auf eine sehr formenreiche Art, *Beta maritima*, und ihre Varietäten zurück. Die Kultur zuerst um der Blätter, später um der Rüben willen hat ihren Ausgang vom Mediterrangebiet, und zwar wahrscheinlich von verschiedenen Lokalrassen ausgehend — also im engeren Sinne polyphyletisch (wie die *Brassica*-Rüben) — genommen. In der Variationsbreite der Art liegen die Eigenschaften, die zeitlich nacheinander zur Auslese Anlaß gegeben haben, bzw. unabhängig von der Auslese als erblich bedingte Merkmale mit übernommen wurden.

VIII. Brassica und andere Cruciferen

Cruciferen: Allgayer 1928. Barker u. Cohen 1918. Baur 1914. Baumanns 1925. Becker-Dillingen 1924. Bleier 1928. Candolle A. Pyr de 1824. Carrière 1869. Fischer-Benzon 1894. Frost 1923. Fukushima 1929. Gravatt 1914. Hallquist 1915, 1916. Hayek 1911. Helweg 1914. Hoffmann 1872, 1873. Jaretzky 1928. Kajanus 1912, 1917. Kakizaki 1922, 1925. Karpetschenko 1923, 1924 a u. b, 1928. Krause 1911, 1919. Lund u. Kiaerskou 1884, 1885. Malinowski 1929. Malzew 1923. Margadant 1926. Metzger 1833. Moldenhauer 1925, 1927, 1928. Monnet 1913. Netroufal 1927. Pease 1926. Piech u. Moldenhauer 1927. Schulz 1919. Schweinfurth 1894. Shimotomai 1925. Sinskaja 1923, 1929a u. b. Sutton 1908. Takamine 1916. Thellung 1927. Trouard-Riolle 1914, 1916, 1920. Wittmack 1902. Zinger 1913. Die Kräuterbücher, bes. für Kohl.

Die Gattung *Brassica* (A. und B.)

Die Gattung *Brassica* hat sehr verschiedenartige Kulturpflanzen geliefert, die sich nach ihrem wirtschaftlichen Nutzen in die folgenden Gruppen ordnen lassen:

1. Ölpflanzen:
   Brassica Rapa oleifera METZGER = Rübsen,
   Brassica Napus oleifera METZGER = Raps.
2. Öl-Gewürzpflanzen (Senf):
   Brassica juncea = russischer oder Sarepta-Senf,
   Brassica chinensis,
   Brassica pekinensis,
   Brassica chinoleifera,
   Brassica nipposinica,
   Brassica campestris var. *pamirica*,
   Brassica campestris var. SARSON,
   Brassica nigra = schwarzer Senf.

   Hier sind die zu anderen, verwandten Brassiceen-Gattungen gehörenden Senfpflanzen anzufügen:
   Sinapis alba = weißer Senf,
   Eruca sativa = Raukensenf.
3. Rüben:
   Brassica Rapa rapifera METZGER } beide mit zahlreichen Varietäten.
   Brassica Napus rapifera METZGER }
4. Kohlarten:
   Brassica oleifera, Kohl mit seinen Varietäten.

Die eingehendste neuere Studie der Gattung *Brassica* hat SINSKAJA durchgeführt, nach der VAVILOVschen systematisch-geographischen Methode auf Grund eines lebenden, sehr umfangreichen Materials (3500 Sippen der genannten Cruciferenarten).

Die Grundlage für die Gliederung der Gruppe bildet die systematische Einteilung von METZGER, die eine wertvolle Bestätigung und Ergänzung in den cytologischen Untersuchungen gefunden hat. Als erster hat KARPETSCHENKO (1924) die Chromosomenzahlen der wichtigsten Arten festgestellt, die durch SINSKAJA (1928) vervollständigt wurden. Eine einheitliche Grundzahl kommt der Gattung nicht zu; 9 ist indessen häufig. Hierauf bezogen sind die Kohlarten (meist) diploid, *Br. Napus* und *juncea* tetraploid; *Br. Rapa* und *campestris* haben 20, *Br. nigra* nur 16 Chromosomen. (Über weitere Chromosomenzahlen der kultivierten Cruciferen siehe Tab. 50, S. 288).

A. Öl- und Rüben-Brassicae

1. Wildpflanzen

Wie die obige Übersicht zeigt, werden botanisch die öl- und rübenliefernden Pflanzen zu den gleichen Arten (*Rapa* und *Napus*) gerechnet; sie sind denn auch in dem hier interessierenden Zusammenhang gemeinsam zu behandeln.

Die außerordentliche Gleichförmigkeit in der Blütenregion der Cruciferen ist auch in der Gattung *Brassica* ausgeprägt, und die gleichsinnige Variabilität innerhalb der Spezies kommt in der folgenden Übersicht über die beiden wichtigsten rübenliefernden *Brassica*-Arten deutlich zum Ausdruck.

Rüben aus der Gattung *Brassica* sind seit den Römerzeiten bekannt. Dabei ist bis in die neuere Zeit, so noch bei LINNÉ die Unterscheidung zwischen *Rapa*- und *Napus*-Rüben entweder überhaupt nicht versucht oder nicht eingehalten

Tabelle 47. Homologie bei *Brassica Rapa* und *Brassica Napus*

Rapa-Reihe n = 20	Napus-Reihe n = 18
Brassica campestris L. (s. l.)	
Br. campestris (wild),	
Br. Rapa L. var. *oleifera* METZGER	*Br. Napus* L. var. *oleifera* METZGER
Rübsen	Raps
engl. colza	engl. rape
franz. navette	franz. rape
Br. Rapa L. var. *rapifera* METZGER	*Br. Napus* L. var. *rapifera*
Wasserrübe	Kohlrübe, Wruke
Mai-, Herbst-, Stoppelrübe	
engl. turnip	engl. swede turnip
franz. navet	franz. chou-navet
Teltower Rübe.	

worden. Es läßt sich deshalb aus den älteren Berichten nichts Sicheres über ihre Inkulturnahme aussagen. Doch können aus der geographischen Verteilung im Verein mit linguistischen und historischen Hinweisen Vermutungen über ihre Herkunft getroffen werden. Es ist kaum zweifelhaft, daß die Ölvarietät botanisch die primitivere ist — das Öl ist das natürliche Reservematerial der Samen — und daß die Rüben nur Formen mit verdickten Wurzeln darstellen, die durch künstliche Selektion festgehalten sind. Ebenso scheint es leicht verständlich, daß die ölhaltigen Samen zunächst einfach von Wildpflanzen abgesammelt wurden, und schließlich die Pflanzen diesetwegen angebaut wurden. Dies um so mehr, wenn sie sich dem Menschen als Unkraut gewissermaßen anbieten. Bereits 1926 nennt VAVILOV *Brassica campestris* (Rübsen) unter denjenigen Kulturpflanzen, die aus Unkräutern hervorgegangen sind. SINSKAJA hat diesen Gedanken für Raps und Rübsen des weiteren ausgeführt.

Welche Orte kommen hierfür in Betracht?

Die Frage nach den Wildformen und ihren Beziehungen zu Raps und Rübsen ist sehr verschieden beantwortet worden und auch heute nicht ganz geklärt. LINNÉ sieht *campestris* und *Rapa* als getrennte Arten an; andere, z. B. LUND und KIAERSKOU stellen sie als forma genuina an die Seite der Kulturformen. METZGER und ihm folgend SINSKAJA schlagen beide zu einer Art, *Br. campestris*, zusammen. Ebenso DE CANDOLLE, der andererseits am Schlusse seiner Erörterungen über die Rüben angibt: „daß man auch die ursprüngliche Form von *Br. Napus* mit dünner Wurzel *Br. campestris* nannte".

Er trennt also die Rüben in ihrem Ursprung nicht scharf, mit anderen Worten, führt sie auf eine gemeinsame Wurzel zurück. Alle *Brassicae* seien einheimisch in Europa und Asien und kommen dort in einer oder der anderen Form wild oder verwildert vor. Da sie sich sehr leicht durch Samen verbreiten, ist ihre „Wildheit" indessen oft schwer mit Sicherheit festzustellen. Von Europa habe sich die Kultur über Sibirien bis nach China und Japan ausgebreitet. — Soweit DE CANDOLLE.

Zunächst nötigen uns die cytologische Analyse und die Kreuzungsergebnisse (siehe unten), die Spezies *Napus* mit 36 Chromosomen von der *campestris-Rapa*-Gruppe mit 20 Chromosomen scharf abzutrennen.

Alsdann aber ist die heutige Verbreitung von *campestris* und *Napus* sehr verschiedenartig. Nach der neuesten Zusammenstellung von SINSKAJA (siehe Karte dortselbst S. 88) wird die *Rapa*-Gruppe über ganz Europa und Asien (außer Nord- und Südasien) kultiviert, sowohl als Ölfrucht als vor allem in der

Form der Rüben. In diesem selben Gebiet vom Mittelmeer bis nach Rußland-Sibirien findet sich überall auch die wilde Form *Br. campestris*. Die von Linné für die Küsten Schwedens, Hollands und Englands angegebene Spontaneität wird von Fries für Skandinavien und Finnland bestätigt; nach Ledebour (zitiert nach de Candolle) ist *campestris* spontan in ganz Rußland, Sibirien und an den Ufern des Kaspisees. Schulz (1919) hält die Art für ursprünglich in den Bergländern des Mediterrangebietes; nach Christ ist sie spontan an den Küsten Algeriens. Demgegenüber kommt Sinskaja zu dem Resultat, daß das Vorkommen von *Br. campestris* überall an die Kultur gebunden ist, daß sie also eine typische Unkrautpflanze darstelle. Wegen Häufung dieser und der kultivierten Formen in Asien war sie zunächst geneigt, den Ursprung aller *oleifera*- wie *rapifera*-Varietäten in Asien zu suchen. Gegen die Annahme eines bestimmten Verbreitungszentrums spricht jedoch die Tatsache, daß die asiatischen Rübsen alle Sommerrübsen sind, die in Europa weniger gebaut werden. Man wird also mindestens für die Winterrübsen einen anderen Ursprung annehmen können. Sinskaja läßt für sie mediterranen Ursprung zu; ihr Material scheint aber europäische Vorkommen kaum zu enthalten (eine Lücke, die sie selbst zugibt).

Unter Berücksichtigung der obigen Angaben über spontanes Vorkommen von *Br. campestris* an den Küsten Nord- und Westeuropas ist es wahrscheinlicher, neben den mediterranen auch nord- und westeuropäische Grundtypen als Ausgangspunkt für die Ölrübsenkultur anzunehmen — die Unkrauthypothese bleibt dabei zu Recht bestehen.

Es wird danach mit drei, nicht nur mit zwei geographischen Gruppen zu rechnen sein: der asiatischen, der mediterranen und der nordwesteuropäischen. Mit anderen Worten, die Ölpflanzen und Rüben der Rapa-Reihe sind polyphyletisch in dem besonderen Sinne, daß verschiedene natürliche geographische Varietäten einer Art, Ecotypen nach Turesson (u. Sinskaja) an verschiedenen Orten und Zeiten in Kultur genommen sind.

Das Verbreitungsgebiet von *Br. Napus* ist viel beschränkter und fällt fast ganz in den westlichen und südlichen Teil des *campestris-Rapa*-Areals. Eine wilde Form, der *campestris* entsprechend, war bisher spontan nicht bekannt. Im Gegensatz zu ihrer Auffassung bei *campestris* hält jedoch Sinskaja das aus Nordwestafrika in die russischen Sammlungen eingegangene Material für wirklich spontan; die wenigen Angaben hierüber sind indessen nicht sehr überzeugend. Ihr Vorkommen als Unkraut in Asien zieht Sinskaja in Zweifel; und da weder die Ölform noch die Rübe in Asien kultiviert wird, muß trotzdem wohl mit Recht *Br. Napus* als eine südeuropäisch-afrikanische Art gelten; ihre größere Empfindlichkeit gegen Kälte spricht für mediterranen Ursprung. Allerdings besitzt sie in der f. *flavescens* der var. *rapifera* (gelbe Kohlrübe, *Rutabaga*) eine sehr widerstandsfähige Varietät, die am weitesten nach Norden reicht.

2. Ölpflanzen

Für das europäische Kulturgebiet ist damit botanisch die Grundlage für Inkulturnahme beider Pflanzen gegeben. Man geht deshalb wohl nicht fehl mit der Annahme, daß sie als Ölpflanzen lange nebeneinander kultiviert sind — sicherlich aber als solche nur in Ländern, die die Olive nicht kannten und denen auch die Mohnkultur fremd war: also im nördlichen Mitteleuropa. In der Tat haben sich Samen zusammen mit Mühlsteinen in alten germanischen Siedlungen gefunden. Da die Samen anatomisch kaum voneinander zu unterscheiden sind, so können auch diese frühesten Funde keine genauere Auskunft über die Verbreitung der einzelnen Formen geben. Neuweiler (1924) gibt für Zürich aus der Bronzezeit *Rapa* an (ca. 35 Samen).

Daß aus dem eben erwähnten Grunde das Öl bei den Römern keine Rolle spielt, ist verständlich. Im späteren Mittelalter (heil. Hildegard, Capitulare) ist Raps und Rübsen das wichtigste Leuchtöl, bis es durch Petroleum verdrängt wird. Feldmäßiger Anbau dagegen ist erst jüngeren Datums. Zwinger (1696) (zitiert nach Christ) kennt Raps und Rübsen als Ölfrucht nur in Holland, wo sie zu Brennöl und zur Seifenbereitung gebaut wurden. Wahrscheinlich ist das massenhafte Auftreten des Unkrautes zuerst in Belgien Anlaß gewesen, das Öl nutzbar zu machen. Über Holland drang der Ölbau dann nach Norddeutschland vor und kam mit holländischen Emigranten zur Zeit Albas auch nach Süddeutschland (nach Grosse). Noch im 19. Jahrhundert aber ist der Anbau von Raps und Rübsen zur Ölgewinnung in der Schweiz ziemlich neu (Christ). In Sachsen wurde er 1781 eingeführt. Stets macht sich der verschiedene Ursprung von *Rapa* und *Napus* insofern geltend, als in kälteren Gegenden und rauheren Lagen der winterhärtere Rübsen an die Stelle des Winterrapses tritt. Im 19. Jahrhundert noch im großen gebaut, tritt die Kultur heute wieder zurück.

Über weitere Ölcruciferen siehe unten.

3. Rüben

Die zweite Selektionsrichtung ging auf die verdickte fleischige Wurzel und führt zu den beiden Reihen der *Rapa*- und *Napus*-Rüben. (Über das Auftreten fleischiger Wurzeln siehe auch bei *Beta* S. 267.)

Was für den Ursprung der Öl-*Brassicae*, gilt ebenso für die Rüben.

Bei *Rapa* werden wieder zwei Gruppen unterschieden: eine asiatische, die von Afghanistan bis Japan reicht, und eine europäische, welche ihr Zentrum in der maritimen Region West- und Südeuropas hat. Wir fügen — unter der gleichen Begründung wie für den Rübsen — eine nordwesteuropäische Gruppe hinzu. Sinskaja hält alle maritimen Standorte von wilder *Brassica campestris* (var. *rapifera*) für unsicher und sieht die Pflanzen nur für verwildert an.

Für die *Napus*-Rüben wird der mediterrane Ursprung nicht angezweifelt. Ihre Variabilität ist gering; sie sind (mit Ausnahme der gelben Kohlrübe) ebenso wie Raps kälteempfindlicher als die *Rapa*-Rüben, welche deshalb weiter nördlich (—76° nördl. Br.) und in höhere Lagen des Gebirges hinaufreichen.

Die Kultur der *Brassica*-Rüben ist wohl ebenso alt wie die der *Beta*-Rüben. Nach de Candolle deuten alle Namen für die *Brassica*-Rüben auf Inkulturnahme vor Einwanderung der Arier, auf europäischen Ursprung (siehe bei de Candolle); ebenso das Fehlen von indischen und hebräischen Namen. Seine Beweisführung gegen ein Indigenat in China ist nicht überzeugend und dürfte bei der heute bekannten Verbreitung und Differenzierung der Rassen nicht stichhaltig sein.

Die gleiche Unsicherheit über die Artzuteilung wie bei den Ölformen herrscht in den alten Berichten bei den Rüben. Plinius nennt zwar *rapa* und *napus*; es scheint aber *Br. Rapa* die größere Rolle gespielt zu haben und dürfte wohl stets gemeint sein, wenn von weißen Rüben die Rede ist. Nach Plinius ist die Rübe nächst dem Wein und dem Getreide die wichtigste Pflanze: „Rapum dient gekocht für das Geflügel" (gemeint ist wohl der Same); „für das Haarvieh werden die Blätter verwendet, für den Menschen die Rübe". Da er daneben unter dem Namen *napus* noch die „amiternische Rübe" nennt, so dürfte seine Unterscheidung sich mit unserer heutigen decken, und wir müssen annehmen, daß die Römer beide Formen als „Rüben" bauten. Karls des Großen Capitulare nennt Steckrüben oder Bodenkohlrabi — damals war auch die gelbe schon bekannt. In den Schriften der heiligen Hildegard (12. Jahrhundert) und des Albertus Magnus wird von „*ruba*" bzw. *rapa* gesprochen — sichere Deutung ist nicht möglich.

Das gleiche gilt von manchen Beschreibungen der Kräuterbücher des 16. und 17. Jahrhunderts.

Die erste scharfe Unterscheidung und korrekte Gruppierung der Formen gab METZGER (1833) — nach ihm LUND und KIAERSKOU (1884—1885). In Verbindung mit der cytologischen Diagnose kommen wir heute zu der auf S. 273 gegebenen Einteilung.

Die Frage stellt sich: Wie sind die heute bekannten verschiedenen Rübenarten entstanden? An der Hand gerade der *Brassica*-Rüben hat SINSKAJA (1929) die Entstehung der Rübenform aus dünnwurzeligen Ahnen studiert. Hierbei ist zunächst zu bemerken, daß die Rübenform sehr stark modifikabel ist im Gegensatz zu den von äußeren Einflüssen sehr unabhängigen anderen Teilen der Pflanze. Dabei sind vor allem Licht und Temperatur von Wichtigkeit.

Die Wildform ist charakterisiert durch flachliegende Blattrosette, langgestreckte ganz im Boden steckende Wurzel, die mit Querfurchen versehen, hartes dichtzelliges Fleisch hat und stark zu Verzweigung, d. h. zu starker Seitenwurzelbildung, neigt. Im Gegensatz dazu ist die Kulturform in höchster Ausbildung rund-flach, teilweise oberirdisch, regelmäßig und glatt, zart und saftig und unverzweigt. Die primitiven Sorten sind — das gilt ebenso für Zuckerrübe, Möhre und Kohlrabi — zunächst lang; die flachen Sorten sind überall später erschienen.

Was die Farben der Rüben anbetrifft, so sind die primitiven Formen farblos: „weiß". Gelbe Rüben sind rezessiv gegen weiß (KAJANUS 1912, 1913; HALLQUIST 1915, 1916); sie sind als eine nördlicher verbreitete Rezessiv-Mutation anzusehen. Schwarze Rüben sind nur in Europa bekannt, wohl gleichfalls eine jüngere Mutation. Graue Rüben, sowie grüne und rote Köpfe werden auf Bastardierung zurückgeführt.

a) *Br. Rapa*. Für die große Mannigfaltigkeit der Rüben und ihre Parallelvariation unabhängig von der geographischen Verteilung (im Gegensatz zu den Ölpflanzen) macht SINSKAJA den Samenaustausch durch den Handel verantwortlich: bei der Ähnlichkeit in der Laub- und Blütenregion und der starken Kreuzbarkeit mußten sich die Lokaltypen im allgemeinen stark verwischen; das gilt für die zu Futterzwecken gebaute Wasserrübe, ebenso wie für die als Gemüse dienenden unter verschiedensten Namen geführten Sorten: Herbstrübe, Mairübe, englisch turnip usw., die sich nach Form, Farbe und Geschmack unterscheiden, ohne daß diese Eigenschaften an bestimmte Lokalitäten gebunden sind.

Nur wenige haben sich spezifisch gehalten, so die „Teltower Rübe", die durch eigenartigen Geschmack, besonders hohen Zucker- und Stärkemehlgehalt, 3 % Eiweiß ausgezeichnet ist. SINSKAJA vermutet, daß die turkomenische Rübe mit ihr identisch ist; sie sieht beide als „primitive Typen an, die Kümmerformen darstellen, die an magere Kulturbedingungen angepaßt sind." Für die äußerst zartfleischige, gerade und unverzweigte Wurzel der Teltower Rübe scheint diese Deutung und Beschreibung (lange harte Rübe) wenig zutreffend. Viel eher könnte man in ihr einen Zwergtypus sehen. Die genetischen Zusammenhänge der einzelnen Formen sind experimentell nicht untersucht.

Endlich ist hier noch das „Stielmus" oder der Rübstiel zu nennen, eine Varietät mit fleischigen Stengeln, die wie Mangold verwendet wird; — ob es sich um eine konstante erbliche Form oder um Modifikation unter abweichender Behandlung handelt, ist noch nicht mit Sicherheit festgestellt. BECKER gibt ihr zwar einen besonderen lateinischen Namen: *Br. Rapa* var. *esculenta* f. *crassipes* — fügt dann aber hinzu, daß als Stielmus alle Arten Mai- und Sommerrüben verwendet werden können.

b) *Br. Napus*. Entsprechend ist von *Br. Napus* eine Varietät bekannt, deren junge Blätter gleich nach der Entfaltung gegessen werden — subf. *pabularia* (DC) THELLUNG, der Schnittkohl. Es scheint richtiger, in beiden Typen Blattabnormitäten erblicher Natur zu sehen — auch wenn der „Nutz"-Charakter durch Kultur erst zu wirklichem kulinarischen Wert gesteigert wird.

Was die Rübe selbst anbetrifft, so ist die Variabilität der *Brassica Napus* weit geringer als die der *Rapa*, im wesentlichen nur auf die Farbe beschränkt. Wie bereits erwähnt, ist diese mit einer physiologischen Veränderung korreliert, sodaß die gelbe subv. *Rutabaga* THELL. wegen ihrer Widerstandsfähigkeit die am weitesten nördlich vorgeschobene Rasse ist.

Welches sind nun die phylogenetischen Beziehungen dieser beiden Reihen, welche Hinweise dafür liefern uns die genetischen Untersuchungen?

Intraspezifische Kreuzungen gelingen leicht und sind fertil, was züchterisch wichtig und wegen der Vizinismusgefahr (Kohlrübe und Raps, Wasserrübe und Rübsen) gefährlich ist.

Aus älteren Versuchen (KAJANUS 1911, weitere Literatur bei FRUWIRTH 1922, Band II, S. 137) war dagegen bereits die schwere Kreuzbarkeit und Sterilität bei Artkreuzungen bekannt. Und zwar gelingt nach KAJANUS (1912, 1913) und HALLQUIST (1915) die Verbindung *Napus* × *Rapa* besser als die reziproke *Rapa* × *Napus* — was sowohl für die Rüben als für die Ölformen gelten soll. F_1 ist intermediär und fast steril; Rückkreuzungen sind nur mit *Napus* als Mutter gelungen. Diese Tatsachen fanden eine erste Erklärung in den Unterschieden in der Chromosomenzahl, die zu Störungen in der Reduktionsteilung führten. Das schwere Gelingen der Kreuzung überhaupt und dann nur in einer Richtung läßt auf plasmatische Unterschiede schließen; vielleicht solcher, die sich in physiologischen Differenzen, Beeinflussung des Pollenschlauchwachstums usw. bemerkbar machen. Neuere Prüfung dieser Angaben wäre vonnöten. Bei den Kreuzungen dieser beiden Arten treten sehr eigenartige und charakteristische Nebenknöllchen am Stamm auf, die man als „Kreuzungsknötchen" bezeichnet hat (CASPARY,

Tabelle 48. Kreuzbarkeit[1]) zwischen *Brassica*-Arten (und verwandten), zusammengestellt nach den Angaben von SINSKAJA (1928)

	Br. Napus	*juncea*	*campestris*	*Rapa oleifera*	„ *rapifera*	*pekinensis*	*chinensis*	*nipposinica*	*oleracea*	*Sinapis alba*	„ *dissecta*	„ *arvensis*	*Br. nigra*	„ *alboglabra*
Brassica Napus		+				/	/					—	—	—
juncea	+		—/			—/	—/			—		—	—	
campestris		—/				+	+	+				—	—	—
Rapa oleifera														
„ *rapifera*														
(Petsai) *pekinensis*	(—)	—/	+											
(Pak-choi) *chinensis*	/	—/	+					#						—
nipposinica			+				#							
oleracea												—		#
Sinapis alba											+	—	—	
dissecta										+				
arvensis	—	—	—						—	—			—	
Brassica nigra	—	—	—							—		—		
Brassica alboglabra	—		—				—		#					

— gelingt nicht / gelingt schwer + gelingt gut # gelingt sehr leicht

1) Nicht Fertilität!

Lund und Kiaerskou, Helweg, Kajanus). Die von Sinskaja unternommenen Kreuzungen zur Feststellung der Verwandtschaftsverhältnisse bei den Brassiceen befassen sich mit den beiden Arten *Rapa* und *Napus* gerade nicht, setzen ihre Unterschiedlichkeit vielmehr bereits voraus. Es ist aus ihnen zu entnehmen, daß im allgemeinen Formen, die sich leicht — und fertil — mit *Napus* kreuzen lassen, bei Kreuzung mit *campestris* (steht hier für *campestris* und *Rapa*) im allgemeinen versagen und umgekehrt, siehe Tabelle 48. Berücksichtigt man zudem noch die verschiedenen Chromosomenzahlen, so steht heute fest, daß die beiden Reihen nicht auf eine gemeinsame Wildform zurückgehen, sondern getrennt in Kultur genommen sind und unter dem Einfluß der gleichen Selektionsrichtungen die gleichen Entwicklungsrichtungen genommen haben.

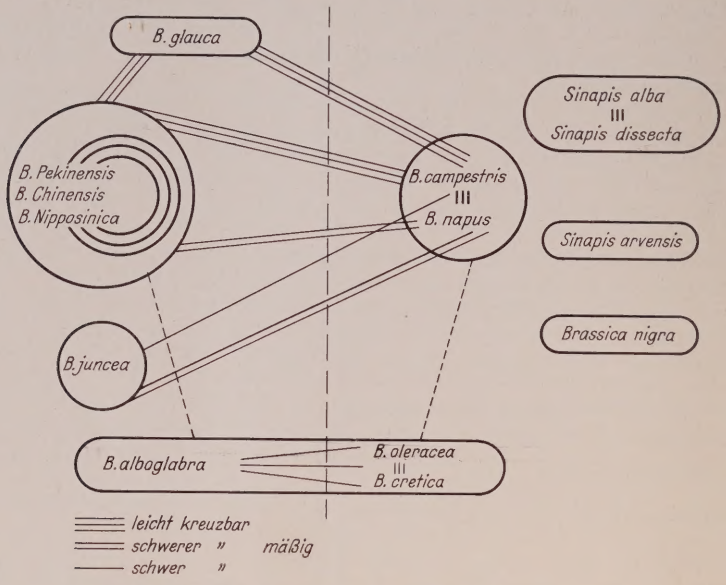


Abb. 83. Verwandtschaftliche Beziehungen in der Gattung *Brassica*. Nach Sinskaja (1928).

Hier sind noch die ostasiatischen Arten *chinensis* und *pekinensis* zu nennen, die der *campestris-Rapa*-Reihe sehr nahe stehen, da sie sich bei gleicher Chromosomenzahl leicht mit ihr kreuzen lassen und fertile Bastarde geben; die erstere mangoldähnlich, die letztere in vielförmiger Verwendung — Blätter und Stiele zart und eßbar.

Sinskaja hat auf Grund ihrer genetischen und geographischen Untersuchungen obiges Verwandtschaftsschema für die Gattung *Brassica* auf gestellt (Abb. 83).

4. Senfpflanzen

In die engste Verwandtschaft der beiden hier behandelten *Brassica*-Arten gehört eine Reihe weiterer, die als Senfpflanzen Verwendung finden und die alle, nach Vavilov-Sinskaja, aus Unkräutern hervorgegangen sind:

Brassica nigra (L.) Koch, der schwarze Senf, kommt in zwei geographischen Rassen vor: einer westlichen, f. *occidentalis*, die in Europa, Abessinien, Creta,

Cypern und Afghanistan vorkommt, und einer östlichen f. *orientalis*, die nur in Syrien, Palästina, Kleinasien und Thessalien gebaut wird. Der kleinasiatische Unkraut-Senf (var. *pseudocampestris*) gleicht nicht dem dortigen Kultursenf, sondern ist vielmehr dem Kulturrübsen (colza) des Landes, der *Rapa* var. *caucasica*, bezüglich der Größe der Samen, Größe, Breite und Stellung der Schoten aufs genaueste angeglichen. Sinskaja hält ihn daher für adventiv aus Europa und durch Anpassung an den dortigen Rübsentyp umgestaltet. (Beide großsamig, stark verzweigt, frühreif.) Das spontane Vorkommen als echte Wildpflanze wird für *Br. nigra* genau so in Frage gestellt wie für *Br. campestris*. Die Kultur dieser Öl- und Gewürzfrucht ist uralt; wie bei *Br. campestris* muß man mit mehrfacher Inkulturnahme rechnen.

Brassica juncea, Sarepta-Senf, von Abessinien bis Ostasien verbreitet, ist ostasiatischen Ursprungs; wild noch in der Kirgisensteppe und in China, als Unkraut in Sibirien und Altai — von dort in Kultur übernommen und verbreitet.

Br. juncea hat zwar die gleiche Chromosomenzahl ($2n = 18$) wie *Brassica Napus*; die Kreuzung gelingt im Gegensatz zu der mit *Br. campestris*, leicht; der F_1-Bastard ist aber fast steril — so daß also eine nahe verwandtschaftliche Beziehung zu keiner der beiden Arten zu bestehen scheint.

Sinapis alba — gleichfalls seit dem Altertum in Kultur, in gleicher Art der Verbreitung als Unkraut von Spanien und Nordafrika über Kleinasien bis Ostindien; überall verwildert; bei uns besonders als Unkraut in Hafer und Flachs. Nach Sinskaja beginnt sich aus dem im allgemeinen späten und hochverzweigten Typus eine Form mit kleineren runderen Früchten und flacheren Samen dem Flachs anzupassen. Die Pflanze ist eher mediterran; in der mitteleuropäischen Flora wohl nur, mit den genannten Kulturen, eingeschleppt.

Samen, die dieser Gruppe angehören, in verkohltem Zustande, ein ganzes Töpfchen voll, also wohl als Vorrat gesammelt, aus sumerischer Zeit stammend, konnten in Khafaji bei Bagdad nachgewiesen werden (Schiemann 1931)[1]).

5. Sonstige Cruciferen

An Ölpflanzen sind aus der Gruppe der Brassicineen ferner zu nennen: der Leindotter, *Camelina sativa* und *Eruca sativa*, der Raukensenf, typische Repräsentanten von Unkräutern, die in Kultur genommen sind. Beide in Flachs häufig, haben sie sich in „Nachahmung" desselben in ganz bestimmter morphologischer Form ausgebildet durch Adaptation an die einmal gegebene Assoziation — aber in ihrer Richtung bestimmt durch die menschliche Kultur. Sinskaja bezeichnet den „Ecotypus", im Gegensatz zu dem sonst häufigen klimatischen, als einen „kultivierten, phytosozialen" und zeigt, wie die „Ähnlichkeit" Auslesemoment wird. Zu gemeinsamer Ernte und Aussaat ist notwendig:

1. gleichzeitige Reife,
2. gleiche Höhe der Pflanzen,
3. Festhalten der Samen in der Frucht,
4. gleiche Form und Größe der Samen, die die Trennung erschweren.

Ist nun die Kulturpflanze als „geographische" Rasse ausgebildet, so wird — sekundär — auch die ihr angepaßte Unkrautpflanze geographische Rassen bilden, die, wenn sie in Kultur genommen werden, als solche erhalten bleiben.

Über *Camelina* als Unkraut-Kulturpflanze siehe besonders Zinger (1913).

---

1) Zusatz bei der Korrektur; siehe auch Anm. 2, S. 214.

B. Brassica — Kohl

Ein anziehendes Kapitel der Formbildung bietet der Kohl. Darwin hat ihm (Variieren I, S. 356) ein Kapitel gewidmet. Er zeichnet darin den Kohl als ein Beispiel für Konstanz derjenigen Pflanzenteile — Blüten, Schoten, Samen —, die nicht der Zuchtwahl unterworfen sind. Er hat diese Teile genaueren vergleichenden Untersuchungen unterzogen und nur in vereinzelten Fällen Abweichungen vom Typus gefunden. Monnet (1913), der die Samen der Gartenkohlsorten statistisch prüfte, kam zu dem gleichen Resultat. Um so größer ist die Variabilität der vegetativen Organe, Stengel und Blätter, wo augenscheinlich jeder Typus erblicher Veränderung durch die Zuchtwahl festgehalten wurde.

Wildkohl, *Brassica oleracea* var. *silvestris* L. findet sich an steinigen Küsten Westeuropas, sowohl der Atlantik als des Mittelmeeres, wo er für England, Helgoland, Frankreich, die Kanalinseln — die Riviera und Norditalien angegeben wird[1]); die heutigen Vorkommen z. B. in Helgoland und manchen Orten in den anderen der obengenannten Gebiete dürften indes z. T. auf verwilderte Kultursorten zurückzuführen sein (siehe unten). Der Wildkohl ist durch starke Verzweigung und lockeren Wuchs ausgezeichnet. Ihm schließen sich eine Anzahl von mediterranen Arten an, die von Spanien bis zu den griechischen Inseln, auch über Nordafrika, an den Küsten heimisch sind, und als Unterarten zu *Brassica oleracea* gestellt werden: *Brassica montana* Rafin. in Südfrankreich, Spanien und Italien; *Br. rupestris* auf Sizilien; *Br. cretica* Lam. in der Ägaeis, alle einander ziemlich ähnlich, vielleicht nur als Standortsmodifikationen anzusehen. Untersuchungen nach Art der Turesson schen Ökotypenstudien sollten hier durchgeführt werden. Auch andere Spezies wie *balearica* Loisel. und *insularis* Moris. (auf Korsika) sind bisweilen (Ascherson) in die Aszendenz des Gartenkohls gestellt worden.

Kulturgeschichte

de Candolle macht es aus linguistischen Gründen wahrscheinlich, daß die Kultur an mehreren Orten unabhängig begonnen habe — die Kultursorten mithin polyphyletisch sind. So haben beispielsweise die Kelten allein drei verschiedene Stämme (kol oder kal, bresic und kap), die sich in den Namen Kohl, *brassica* und *Capus* erhalten haben. Er schließt daraus, daß sie die Kultur von den älteren Völkern, die sie eroberten, mit dem Namen übernommen haben. Ursprünglich hat man wohl auch hier nur den Ölsamen und die stark fleischigen Blätter gesammelt. In diesem Anfangszustande übernahmen ihn von ihren Vorwohnern vermutlich die Römer, bei denen sich alsdann das Fortschreiten der eigentlichen Kultur in historischer Zeit aufs genaueste verfolgen läßt.

In Griechenland wurde der Kohl als Nahrungsmittel wenig geschätzt, statt dessen aber spielte er offizinell, Samen wie Absud, eine große Rolle. Cato kennt nur drei Arten: einen breitblättrigen mit hohem Strunk (*grandis*), also wohl eine Art Blattkohl, einen krausen „apiacon", d. h. petersilienähnlich und einen weichen (*lenis*) mit kleinem Stamm, der aber der schärfste ist. Columella (1. Jahrhundert v. Chr.) nennt 14 Arten, ohne sie indessen zu beschreiben. Plinius (Kap. 18 u. 20) spricht bereits ausführlich über den Anbau und beschreibt und benennt 7—8 Arten, die unseren heutigen Sorten z. T. entsprechen (a), z. T. als ihre Vorläufer angesehen werden können (b) (vgl. auch Fischer-Benzon, S. 108ff.); doch kennt er auch Formen, die seither sicher verloren gegangen sind (c).

Zur ersten Gruppe möchte ich den Bruttischen rechnen, der bei Kälte gut gedeiht, große Blätter, dünne Stengel und einen scharfen Geschmack hat —

1) Die Insel Lalland (Dänemark) scheidet nach Lund u. Kiaerskou aus, da es sich dort um *Br. Napus* handelt.

wohl dem Grünkohl entspricht; ferner den Sabellischen, dessen Blätter „wunderbar kraus sind, so daß gegen ihre Dicke der Strunk selbst zurückbleibt" und der im Geschmack der vorzüglichste sei (Braunkohl, Krauskohl).

Zu Plinius' Zeit war der wichtigste und verbreitetste Kohl der Sprossenkohl, (cyma) *brassica* schlechthin genannt, von welchem im Sommer die zartfleischigen Stengel genossen wurden, im Frühjahr aber und wieder im Herbst die jungen Sprosse, — wie denn überhaupt besonderer Wert auf reichliche Sproßbildung gelegt wurde. „Den Cumaner hält man für den vorteilhaftesten, weil er fast neben jedem Blatte besondere Sprossen hat." Eine besonders zarte Form der *brassica*, der Tritianer, wurde als „Bleichkohl" kultiviert, indem man ihn behäufelte oder die Stengel niederlegte und mit Erde deckte.

Zu den Vorläufern heutiger Sorten sind der Aricische und der Pompejaner Kohl (siehe unten) zu rechnen: ferner der Cumaner mit sitzenden Blättern und ausgebreiteter Krone, wie er etwa zum Wirsing führt; endlich der Lacuturrische — zu Plinius' Zeit noch ganz neu —, in dem man einen Vorläufer des Kopfkohls sehen kann: „er bildet sehr große Köpfe und hat unzählige Blätter, welche sich teils zu einem Kopfe verschränken, teils seitwärts gebauscht aus breiten . . . er bekommt sehr spät Sprossen." Feste Köpfe scheint Plinius nicht zu kennen.

Im Capitulare Karls des Großen finden sich ohne nähere Beschreibung nur die Namen Caulos und ravacaulos. Dagegen nennt die Physica der heil. Hildegard (Rheinland, 1. Hälfte des 12. Jahrhunderts) kole, wendelkoel, kochkole, weydenkole, kappes; caulis et rubeae caules. Damit tritt zuerst, mit dem Namen wohl auch der Begriff des Kopfkohls in die Erscheinung, der in den Kräuterbüchern als Weiß-, Grün- und Rotkraut oder kappes stets vorkommt; auch der Rotkohl ist hier also zum erstenmal genannt.

Vergleicht man diese in schneller Folge zunehmende Anzahl von Formen miteinander, so stellen sie verschiedene Habitustypen dar, von denen wir heute wissen, daß sie erblich fixiert und faktoriell bedingt sind (siehe besonders die Kreuzungsanalysen von Pease 1926, Allgayer 1928, Moldenhauer 1925, 1927). Ihre Entstehung ist teils mutativ zu verstehen, teils sicherlich aus Rassenkreuzungen, als Aufspaltungs- und Kombinationswirkung, was noch im einzelnen gezeigt werden kann. Diese Kreuzungen sind zunächst ungewollt; der Grad der Fremdbestäubung ist aber bei Kohl hoch, etwa 50 %; und da zudem der Kohl hochgradig inzuchtempfindlich ist, mußte durch unbewußte künstliche Auslese Heterozygotie — und damit Formenreichtum gefördert werden. Daß heute planmäßige Ausnutzung dieser beiden Formbildungsquellen: Mutation und Kreuzung, erfolgt, bedarf kaum der Erwähnung.

Biologie

Es bleibt nun noch die Entstehung der übrigen bisher nicht genannten Typen aufzudecken. Wie gezeigt, sind die altrömischen Kohlarten alle Blätter- und Stengelkohle von mehr oder minder lockerem Wuchs. Sie stehen also den wilden Formen mit ihrer Frohwüchsigkeit und reichen Verzweigung noch recht nahe. Neben den alten Varianten der Blattform (var. *acephala*), den glatten, großblättrigen Futterkohlen, dem krausen Braun- und Grünkohl, tritt, von Portugal aus eingeführt, in späterer Zeit der Palmkohl auf (Abbildung bei Tabernaemontanus 1613, f. *palmifolia*), eine Varietät mit hohem unverzweigtem Stamm und schmallanzettlichen stark welligen Blättern. Schlitzblättrige Formen (apiacon bereits bei Cato) in Kombination mit Krausblättrigkeit werden heute vielfach als Zierkohle gehalten.

In der Variationsbreite der Art liegt die Neigung zu Verkürzung der Internodien, die zur Kopfkohlbildung führt — die in Kombination mit dem glatten, wie mit dem krausen Blatt tritt (Rotkohl, Weißkohl, Wirsing). — Der Wirsingkohl oder Savoyerkohl (var. *sabauda*), obgleich morphologisch bezüglich der Kopfbildung eine Zwischenform darstellend, wird erst später, gleichfalls zuerst bei TABERNAEMONTANUS, genannt — sein Name weist auf seinen Ursprung in Savoyen hin (Wirsing = Welschkohl).

Die Neigung zur Verdickung des Stengels an bestimmten Stellen ist bei dem Pompejaner Kohl des PLINIUS vorhanden, dessen Stengel „an der Wurzel dünn, erst zwischen den Blättern dicker wird". Tritt diese Stengelverdickung bereits am primären Stamm des ersten Jahres auf, so entsteht der Kohlrabi. Im Capitulare Karls des Großen ravacaulos, in den Kräuterbüchern rapecaulum genannt, wird er in zwei Formen, langgestreckt und rundlich, beschrieben, wovon die erstere augenscheinlich die primitivere ist; die Selektion führte schließlich (wie bei den Rüben!) auf unsere heutigen kugeligen Formen hin. DARWIN beschreibt für 1878 eine „neu gebildete" Rasse, bei der der „verdickte Teil unter der Erde liegt, wie eine Rübe" (Gartenflora 1855). Die erbliche Veranlagung zur Stengelverdickung zeigt sich sehr hübsch, wenn man den Kohlrabi auswachsen läßt, in einer Verdickung des verzweigten Stengels an Knoten in ganz beliebiger Höhe (eigene unveröffentlichte Versuche).

Verdickung der Blattrippen (vgl. *Beta*-Mangold, *Brassica*-Schnittkohl, Stielmuß) zeigt der in Deutschland kaum bekannte Trouchouda oder Rippenkohl.

Im 16. Jahrhundert (bei TABERNAEMONTANUS, bei DODONAEUS als *Br. cypriam*) wird zuerst der Blumenkohl beschrieben und abgebildet, der nachweislich aus dem Orient, vielleicht von der Insel Kreta stammt, in Italien aber zu seiner heutigen Form kultiviert ist. Er stellt eine Anomalie des Blütenstandes dar, Fleischigwerden unter Rückbildung der Blütenorgane, sowie Verkürzung der Internodien, wodurch die feste Kopfbildung bedingt ist. Die noch heute in Italien unter dem Namen broccoli kultivierte Form mit noch langen Internodien, *Brassica asparagodes* (BAUHIN 1651, p. 833, Historia plantarum), die als „Spargelkohl" gegessen werden, ist ein fixierter Zwischentypus dieser Umbildung, welche die in der vorigen Gruppe verwendete Neigung zu Stengelverdickung ökonomisch ausnutzt (heute in England viel gebaut). Noch lange hat man in Italien Samen des Blumenkohls aus Kreta bezogen, später in Deutschland und der Schweiz (MATTHIOLUS 1600; ZWINGER 1696) Samen aus Genua.

BECKER meint, daß der Blumenkohl der var. *cretica* von *Br. oleracea* am nächsten stünde; — eine experimentelle Untersuchung dieser in Beziehung zu anderen „Wildformen" wäre vonnöten.

Der jüngste Kohltypus ist der Rosenkohl, der morphologisch eine Kombination starker Sproßbildung mit Kopfbildung bei gleichzeitiger Krausblättrigkeit darstellt. Er tritt 1785 in Belgien auf (Brüsseler Kohl, Brussels sprout), hat sich aber erst ziemlich langsam in der Mitte des 19. Jahrhunderts ausgebreitet. Wie oben erwähnt, spielte die starke Sproßbildung bei den altrömischen Kohlsorten eine wichtige Rolle, ging aber in der ferneren Kultur, wo die Selektion einer anderen Richtung folgte, fast ganz verloren. PLINIUS' Aricischer Kohl zeigt sie besonders stark: „er hat fast neben jedem Blatte besondere Sprossen". Augenscheinlich ist diese starke Sproßbildung wieder einmal mutativ aufgetreten in der erwähnten Zeit in Belgien; BECKERS Vermutung, daß der Rosenkohl eine Kombination aus der Kreuzung Baumkohl × Wirsing sei, hat keinerlei experimentelle Grundlagen. Die — ähnlichen — Kombinationen Kopfkohl × Grünkohl (ALLGAYER-FREUDENBERG u. von PEASE) haben jedenfalls keinerlei Sproßbildung in F_2 abgespalten. Damit soll nicht gesagt sein, daß nicht Kreuzung

in der Entstehung des Typus eine Rolle spielt; zu dem gestreckten Stamm des Baumkohls und der Kopfbildung und Gewelltblättrigkeit des Wirsings kommt aber als neuer Charakter die Sproßbildung, die nach PEASE u. MOLDENHAUER (fast oder ganz) rezessiv ist. Die Auffassung der Sproßbildung am Rosenkohl als einer Rezessivmutation findet ihre Bestätigung durch einen analogen Fall, über den DARWIN berichtet, nämlich die Entstehung des Sprossenbroccolis, der sich zu Broccoli verhält wie der Rosenkohl zum gemeinen Kohl. DARWIN sagt davon (Variieren I, S. 357): „er trat in einem Beet von gewöhnlichem Broccoli plötzlich auf und man fand, daß er seine neu erlangten merkwürdigen Charaktere fortpflanzte".

Über eine interessante Neukombination aus Kreuzung, die als Beispiel für Entstehung neuer abweichender Typen zu werten ist, berichtet MOLDENHAUER. Er erzielte einen F_1-Bastard aus Rosenkohl × Weißkohl, der in 70 cm Höhe fünf große Kohlköpfe von der Größe und Blattform des Weißkohls, aber ohne den festen Kopfverschluß, trug Durchmesser bis zu 30 cm), siehe Abb. 84.

Zur Entstehungsgeschichte der Kohlarten siehe Tabelle 50.

Abb. 84. F_1-Bastard aus Rosenkohl × Weißkohl. Nach MOLDENHAUER 1927.

Cytologie

Aberrationen haben, soviel wir heute wissen, bei der Formbildung des Kohls kaum eine Rolle gespielt. KARPETSCHENKO (1924) fand bei sieben Varietäten mit neun Vertretern (drei von *acephala*) als normale Zahl durchweg n = 9, und zwar Chromosomen gleicher Form; nur die Sorte Blauer Baumkohl (*Br. oleracea* var. *acephala*) hat Chromosomen von völlig abweichender Form. Außerdem stellten sich die Sorten „Ragged Jack Kale" und „Asparagus Kale Sutton" als tetraploid heraus, ohne daß diese phänotypisch den Eindruck von *gigas*-Rassen machen, im Vergleich zu anderen großwüchsigen diploiden Formen (Tab. 50 u. Abb. 85).

Zusammenfassend ist also nach dem oben gesagten: 1. der Ursprung der meisten Sorten im Mittelmeergebiet, besonders in Italien zu suchen; das Gebiet nördlich der Alpen gab nur die Kopfkohle, Wirsing und den Rosenkohl, die beiden letzteren im Grunde auch „Kopfkohle"; das ist verständlich, wenn man bedenkt, daß die wärmeren Temperaturen einer Kopfbildung unzuträglich sind. Es war

in den südlichen Ländern das Material für Auslese und Kultur dieser Formen entweder überhaupt nicht gegeben oder es erwies sich in der Kultur als unbeständig, als nur phänotypisch bedingt. Die nördlichen Formen sind somit als Ecotypen im Sinne Turessons aufzufassen.

2. Als Ausgangsform ist der wilde Kohl der Küsten des Atlantischen und Mittelmeeres — wahrscheinlich in verschiedenen Varietäten und an verschiedenen Orten anzusehen.

Abb. 85. Chromosomensätze von Cruciferen. Nach Karpetschenko 1924.
1 *Raphanus Raphanistrum* L. 2 *Raphanus sativus oleiferus* Metzg. 3 *Brassica Napus oleifera* D. C. 4 *Brassica Rapa campestris* L. 5 *Brassica Rapa oleifera annua* Metzg. 6 *Brassica Rapa rapifera* Metzg. 7 *Brassica oleracea capitata* L. 8 *Brassica oleracea acephala* D. C. „Baum-kohl". 9 *Brassica* „Schnittkohl"[1])

3. Auslese aus natürlicher erblicher Variation gab den Anfang — Auslese aus Kreuzung und mutative Veränderung in der Kultur schuf die Hauptvarietäten. Die größere Rolle hat dabei Mutation gespielt, Auslese aus Kreuzung tritt dagegen zurück.

4. Innerhalb der Hauptvarietäten hat sicher die Kreuzung neben den Mutationen eine größere Rolle in der Sortenentwicklung gespielt. Seit bewußt

1) Von Karpetschenko nicht näher bezeichnet, dürfte aber mit dem auf S. 282 genannten „Schnittkohl" nicht identisch sein, der zu *Napus* gestellt wird.

Tabelle 49. Zeittafel über das Auftreten der Kohlsorten.

		Cato	Plinius	Karl d. Grosse	Heil. Hildegard	Val. Cordus	Fuchs	Gessner	Bock	Matthiolus	Dodonaeus[1])	Tabernaem.[2])	Bauhin	Cérarde	Zwinger	Darwin	heute
1. *acephala*																	
Stengel- u. Sprossenkohl	*cyma* (Sprossen u. Stengel)	+(?)	+														—
	Tritianer (Bleichkohl)		+														—
	Aricischer		+														—
	Rippenkohl *Couve Tronchouda*															+	+
	Rosenkohl *gemmifera*															+	+
Blattkohl	grüner	+					+										
hochstämmig	Blattkohl			+		+				+	+		+				+
	Baumkohl															+	+
	Palmkohl											+					+
krausblättrig	krauser	+				+		+	+	+	+	+					
	Bruttischer } *quercifolia*		+														
	Grünkohl } *quercifolia*										+						+
	Sabellischer } *crispa*		+								+						
	Braunkohl } (*nigra*)										+						+
gestaucht	Cumaner		+														+
	Wirsing *sabauda*										+	+	+				+
2. Kopfbildung	Lacuturrischer		+														
	Weißkohl, Kappes *capitata*				+	+		+	+	+	+	+			+		—
	Rotkohl				+	+		+			+	+	+				+
3. Knollenbildung	Pompejaner		+														—
	langer Kohlrabi { *ravacaulos oblonga* / *rapecaulum*			+							+	+	+				—
	runder Kohlrabi *gongylodes*										+	+	+				+
	unterird. Kohlrabi *asparagoides*												+			+	—
4. Inflorescenzen	Broccoli												+				+
	Sprossen-Broccoli															+	+
	Blumenkohl *botrytis*								+	+	+	+	+		+		+

1) Ein Teil der 10 Sorten von Dodonaeus lassen sich nicht hier einordnen.
2) Ein Teil der 10 Sorten von Tabernaemontanus lassen sich nicht hier einordnen.

gekreuzt wird, sind zwar viele neue Zuchtsorten, aber keine wesentlich neuen Typen entstanden.

C. Raphanus — Rettich

Ähnlich den *Brassica*-Arten tritt auch der Rettich, *Raphanus sativus*, als „Rübe" und als Ölfrucht in Kultur auf. Er gehört zu den ältesten Kulturpflanzen, die schon auf den Pyramiden abgebildet sind (Cheops-Pyramide und Tempel zu Karnak). Nach PLINIUS war der Ölrettich eine der lohnendsten Ölkulturen im alten Ägypten. Heute wird er als Ölpflanze nur in östlichen Ländern, China, Japan, Indien, gepflanzt, während Europa und Westasien die Rübe kultiviert.

Gute Ölsamenträger sind gewöhnlich nicht gute Rüben (dieselbe Korrelation wie bei *Brassica*). Der chinesische Ölrettich mit besonders dünner holziger Wurzel wird sogar vielfach als eigene Art angesehen (*R. sinensis* THUNB.). Botanisch ist die Rübe der obere Teil der Pfahlwurzel und der untere Teil des Hypocotyls; wie die *Brassica*-Rüben kommt sie in langer und runder Form vor; auch hier muß die lange Form als die primitivere angesehen werden.

Der Rettich ist bei uns in wildem Zustand nicht bekannt, verwildert aber leicht und — infolge freier Kreuzung mit Hederich „degeneriert" er leicht (siehe unten). Der einzige von DE CANDOLLE als spontan anerkannte Standort ist der auch von BUSSE südlich des Kaukasus angegebene. Seither ist Rettich in wildem Zustand verschiedentlich im gleichen Gebiet und bis nach Kleinasien gefunden. Man kann Vorderasien mit großer Wahrscheinlichkeit als Urheimat ansehen. Die Kultur wanderte von da mit der Pflanze sehr frühzeitig nach Osten bis China, nach Westen über ganz Europa. Dazu stimmen auch die genannten historischen Dokumente und die von DE CANDOLLE angeführte Tatsache, daß die Namen in Westeuropa, China und Indien verschiedenen Ursprungs sind. Die von BUSSE beschriebene Pflanze steht jedenfalls *Raphanus sativus* näher als einer der drei anderen *Raphanus*-Arten, die zum Rettich in phylogenetische Beziehung gesetzt worden sind: *R. Raphanistrum* L., *R. rostratus* DC. und *R. maritimus* SM. (inkl. *Landra* MOR.).

Raphanus maritimus SM., der wild auf europäischer Seite vom Kaspischen Meer bis nach Gibraltar und an der altantischen Küste von Schottland-Irland bis Westspanien vorkommt, wird von UNGER (1857) und SCHULZ (1919) als Stammpflanze des Winterrettichs angesehen. Es ist eine zweijährige Pflanze mit gelben Blüten, welche dieselben schwammigen, nicht trennenden Fruchtglieder hat, wie der Kulturrettich.

R. rostratus DC. steht in Blüte und Fruchtbau dem Rettich näher; die Art ist heimisch in Vorderasien von Syrien bis zum Kaspischen Meer, wo sie wild vorkommt, doch auch in Kultur genommen ist.

R. caudatus L., der Schlangenrettich, in Ostasien und Japan heimisch, kommt seiner begrenzten geographischen Verbreitung wegen für die Ableitung des Rettichs nicht in Frage. SCHULZ hält ihn vielmehr für eine monströse Abart desselben.

Am meisten ist der Hederich, *Raph. Raphanistrum*, als Stammform des Rettichs angesprochen worden, der überall in Europa und dem gemäßigten Asien wild vorkommt und dessen Schoten auch in den Ziegeln der Dashur-Pyramide festgestellt sind.

Trennt die sehr verschiedenartige Frucht (Gliederschote, die in einsamige harte Stücke zerfällt bei *Raphanistrum*; einjährige mehrsamige Schote von papierartiger poröser Struktur bei *sativus*) beide Arten voneinander, so spricht die sehr leichte Kreuzbarkeit, ebenso mit *R. caudatus*, mit Ölrettich, Rettich und

Radies für die nahen verwandtschaftlichen Beziehungen der Arten. Über spontane Bastarde und ihre Aufspaltung siehe Frost (1923).

Unter der Annahme, daß es möglich sei, durch fortgesetzte Kultur auf reichen Böden den Hederich in die Kulturrettichform überzuführen, hat Carrière in den 60er Jahren eine Versuchsreihe durchgeführt. Er säte Samen von wildem *Raphanus Raphanistrum* in reichem Boden aus, verfolgte ihn mehrere Generationen, trieb starke Selektion und berichtet, auf diese Weise von der vierten Generation an verschiedene Varietäten eßbarer Rettiche gewonnen zu haben, die z. T. *sativus*-, z. T. *caudatus*-ähnlich seien. Zur Kritik dieser Versuche ist zu sagen, daß die Angabe fehlt, ob der in reichen Boden gesetzte Hederich gegen Bestäubung von Kulturrettichen geschützt war — es ist dies nach der Versuchsanordnung kaum wahrscheinlich; bei der obenerwähnten leichten Kreuzbarkeit ist dann, bei nachfolgender Selektion in Richtung auf die „Rübe", kein anderes Resultat zu erwarten. Dazu kommt, daß nach Hoffmann (1873) die Verschiedenheiten von *Raphanus caudatus* und *sativus* sich in der Kultur stark verwischen — ja, wie er sich ausdrückt: in der Kultur verschwinden. Die Angaben von Carrière sind zwar nicht widerlegt, die Versuche aber auch nie widerholt. Nach unseren heutigen Kenntnissen ist eine derartige „Umzüchtung" unwahrscheinlich; es wäre lohnend, die Reaktionsweise der drei Arten, etwa auch nach Turesson schem Prinzip, zu studieren.

Die Frage nach der Abstammung des Rettichs ist also mit der größten Wahrscheinlichkeit dahin zu beantworten, daß der Kulturrettich in Vorderasien heimisch ist, daß er als Speiserettich, d. h. als Pflanze mit rübenartiger Wurzel, in sehr früher Zeit in Kultur genommen wurde und sich von dort nach Osten (China), Südosten (Indien) und Westen (Europa) ausgebreitet hat. Gleichzeitig haben sich ölreiche Varietäten als Lokalrassen ausgebildet; so der altägyptische Ölrettich, von dem Plinius berichtet, so die var. *chinensis oleifera* mit kleiner holziger Wurzel.

Raphanus sativus radicula. Radies

Es ist kaum möglich, im Radieschen nichts als eine Abart des Rettichs zu sehen, obgleich es mit Rettich vollkommen fertil kreuzbar ist; wie gezeigt, sind dies auch die Arten *Raphanistrum* und *caudatus*. Im Altertum unbekannt, taucht die Pflanze erst im 16. Jahrhundert auf, und zwar an den Küsten Nordwesteuropas. Die Araber nennen es „fränkischen Rettich". Daraus ist zu schließen, daß sie es erst in zweiter Hand durch die Europäer kennen gelernt haben. Man hat das Radieschen deshalb zu *Raphanus Landra* Moretti (Unterart von *R. maritimus*), der wild im westlichen Mittelmeer und am Atlantik vorkommt, in phylogenetische Beziehung setzen wollen. Gute Gründe liegen dafür nicht vor. Becker hält es für möglich, daß die Pflanze ostasiatisch (mongolisch) sei und zu Schiff nach Westeuropa gekommen ist. Vielfach, so bei de Candolle, wird Plinius' Beschreibung für einen zarten syrischen Rettich, der neu aufgetaucht sei, auf das Radieschen gedeutet. Seine Angabe, „sie dauert den ganzen Winter durch", läßt aber auf einen Winterrettich schließen. Die Abstammung des Radieschens muß z. Z. als ungeklärt gelten.

Die Rettich-Kohl-Bastarde

Im Anschluß an die Kulturpflanzen unter den Cruciferen ist hier der Gattungskreuzungen: *Raphanus* × *Brassica* und zwar der Verbindung Rettich × Kohl zu gedenken, die des öfteren ausgeführt, am eingehendsten von Karpetschenko (1927) analysiert worden ist. Er ist zu dem theoretisch äußerst wichtigen Resultat gekommen, daß aus den zunächst sterilen Bastarden, die aus der

Tabelle 50. Chromosomenzahlen der Kulturcruciferen.

Brassica	n	aus 2n bestimmt	Autor	Jahr
Br. oleracea				
var. *capitata*	9		KARPETSCHENKO	1924
sabauda	9		„	1924
gemmifera	9		„	1924
gongylodes	9		„	1924
botrytis cauliflora . . .	9		„	1924
acephala Trouchouda . .	9		„	1924
„ *Mosbacher* . .	9		„	1924
„ *blauer Baumkohl*	9[1])		„	1924
Asparagus Kale Sutton .	18	+	„	1924
Ragged Jack-Kale . . .	18	+	„	1924
Br. oleracea	9		SHIMOTOMAI	1925
„	9		WINGE	1925
„ Kultursorten . . .	9		NETROUFAL	1927
„ Helgol. Wildkohl .	9		„	1927
„ Schnittkohl . . .	9		KARPETSCHENKO	1924
Br. montana P.	9		NETROUFAL	1927
campestris	10		TAKEMINE	1916
Rapa Pamyr	10		KARPETSCHENKO	1924
Rapa	10		SHIMOTOMAI	1925
chinensis	10		„	1925
	[illegible]		KARPETSCHENKO	1924
pekinensis	10		SHIMOTOMAI	1925
japonica	10		„	1925
nipposinica	10		SINSKAJA	1927
pamirica	10		KARPETSCHENKO	1924
Napus	16[2])		LAIBACH	1907
„	18		KARPETSCHENKO	1924
„	18		SHIMOTOMAI	1925
juncea (? southern curled)	18		„	1925
			KARPETSCHENKO	1924
cernua	18		SHIMOTOMAI	1925
nigra	8	+	KARPETSCHENKO	1924
Sinapis arvensis	9		„	1924
„ *alba*	12		„	1924
„ *dissecta*	12		„	1924
Raphanus Raphanistrum . . .	9	+	„	1924
„ *sativus* prol. *radicula*	9	+	„	1924
„ „ „ *niger* .	9	+	„	1924
„ „ „ *oleiferus*	9	+	„	1924
„ *sativus*	9	+	MARGADANT	1926
„ „	9	+	PIECH u. MOLDENHAUER	1927

Kreuzung der zwei Arten hervorgehen, deren Chromosomen trotz gleicher Zahl nicht oder nur unvollständig konjugieren, sekundär, teils durch Rückkreuzung und selektive Chromosomenpaarung, teils durch Chromosomenverdoppelung neue, konstante, fertile Formen hervorgehen können, die durch „Art"- und „Gattungs"-merkmale von ihren direkten Eltern unterschieden sein können. Die neuen Tetraploiden sind nun ihrerseits mit einer größeren Anzahl anderer *Brassica*-Arten erfolgreich kreuzbar, die ihnen verwandtschaftlich ferner stehen: ein weiteres Beispiel dafür, daß Kreuzbarkeit ein äußerst unsicherer Maßstab für Verwandtschaft ist. Es ist anzunehmen, daß derartige „artbildende" Prozesse vielfach in der Kultur eine formbildende Rolle gespielt haben; über die Einzelheiten siehe bei RENNER (dieses Handbuch II A, S. 134).

1) Abweichende Form.
2) Hat sich nicht bestätigt.

IX. Obst

Überblick über die Geschichte der Obstkultur

Unsere wichtigsten Obstarten, abgesehen vom Weinstock, gehören in die Familie der Rosaceen. Für die Frage nach ihrer Herkunft sind zunächst die Pfahlbautenfunde des Neolithikums wichtig. Nach NEUWEILERS Überblick über die Pflanzenwelt in der jüngeren Steinzeit und Bronzezeit der Schweiz, 1924, dem seither für die hier interessierende Frage nichts neues hinzugefügt ist, ist von einer eigentlichen Obstkultur höchstens im Falle des Apfels zu sprechen. Im übrigen bestand die Ausnutzung des Obstes im Absammeln der Früchte der wilden Bäume und Sträucher, welche einen natürlichen Bestandteil der die Pfahlbausiedlungen umgebenden Wälder ausmachten. Eine Ansiedlung derselben in größerer Zahl in der Nähe der menschlichen Niederlassungen war dabei eine natürliche Folge, da, wie bekannt, die Samen solcher Früchte beim Durchgang durch den Darmtraktus nicht leiden, sondern eher stimuliert werden, und die Pflanzen auf diese Weise sich den menschlichen Siedlungen anschließen. Die Pfahlbauer kannten zwei Apfelsorten, Birnen, Süßkirschen, Pflaumen; auch viele andere heute nicht genossene Früchte wurden augenscheinlich gesammelt. Das gilt auch von dem Strauchobst, von dem sich Samen z. T. in großen Klumpen, anscheinend im Kot abgelagert, gefunden haben. Auch der wilde Weinstock gehörte zu diesem natürlichen Bestande. Die folgende Liste der gefundenen Samen ist nach NEUWEILER gegeben (Tab. 51).

Dem ägyptisch-semitischen Kulturkreis sind unsere Stein- und Kernobstarten fremd; hier treten, klimatisch bedingt, andere Früchte an ihre Stelle; dagegen besaßen alle Völker dieses Kreises den echten Wein. In der griechisch-

Tabelle 51. Die in Pfahlbauten gefundenen Obstkerne (nach NEUWEILER 1924)

	Neolithikum	Bronzezeit
Pirus Malus großfrüchtig	++	++
„ „ kleinfrüchtig	++	++
„ *communis*	/	
Sorbus aria	+	/
„ *aucuparia*	+	/
Prunus avium	+	
„ *spinosa*	+	
„ *Padua* zugespitzt	+	
„ „ rund	+	
„ *insititia*	/	
„ *domestica* (?)[1]	/	
„ *Mahaleb*	/	
Rubus idaeus	++	
„ *fruticosus*	++	
Fragaria vesca	++	
Rosa canina	++	
Sambucus nigra	++	
„ *Ebulus*	++	
Cornus sanguinea	++	
Vaccinium Myrtillus	/	
„ *Vitis idaea*	/	
Viburnum Lantana	/	
„ *Opulus*	/	
Vitis sylvestris	+	+
„ *vinifera*	(/?)	

++ = häufig / = selten.

1) = aus Schweizersbild

Tabelle 52. Übersicht über Geschichte

	Ältestes Kulturvorkommen			Heutige Verbreitung	Größter Formenreichtum
	Mitteleur. Neol.	alter Orient	Europa Römerzeit		
1. *Pirus Malus*, Apfel (*Malus*)	Neol. Schwz.	—	+	Europa bis Alpen; Vorderasien bis Kaspisee, Transkaukasien; Zentralasien: Turkestan	I. Kaukasus II. Turkestan
2. *Pirus communis*, Birne (*Pirus* s. str.)	Neol.	—	+	Westeuropa bis Zentralasien	I. Kaukasus und Transkaukasien II. Turkestan
3. *Prunus*, Kirsche, *P. avium* Süßkirsche	+	+	+	überall im europäisch-asiatischen Kulturgebiet	Kleinasien, Transkaukasien, Persien
P. cerasus Sauerkirsche	—	—	+		Kleinasien, Transkaukasien, Persien
Hybridkirsche (Glaskirsche usw.) *dukes*	—	—	—		nur in Kultur; seit dem 17. Jahrhundert
4. *Prunus*, Pflaume, *cerasifera*, Kirschpflaume, Gruppe: echte Pflaume	(?)		+	überall im europäisch-asiatischen Kulturgebiet	Transkaukasien
domestica-Gruppe Zwetsche	+ ?		+		Transkaukasien
5. *Amygdalus*, Mandel	—	+ Ebräer	+	Vorderasien, Mediterrangebiet und südliches Mitteleuropa	Afghanistan, Turkestan
6. *Prunus Persica*, Pfirsich, Nektarine	—	+ China	+	überall im europäisch asiatischen Kulturgebiet	Südwest-China
7. *Prunus armeniaca*, Aprikose	—	—	+	überall im europäisch asiatischen Kulturgebiet	Turkestan

römischen Zeit tritt zuerst der Formenreichtum der Prunoideen und Pomoideen in die Erscheinung, wie wir heute übersehen durch den starken Kontakt, in den die südeuropäische Welt damals mit Kleinasien und Vorderasien trat, wo, wie im folgenden gezeigt wird, der Ursprungsherd fast all unserer wichtigsten Obstarten liegt. Was vorher von den gleichen Gattungen, und z. T. Arten, in Kultur

und Abstammung unseres Obstes.

Wildvorkommen	Ahnen	Inkulturnahme	Chromosomenzahlen	Rassen
Pyrenäen bis Tian-shan, *sylvestris* = westlich, Kaukasus > Turkestan; *pumila* = östlich, Turkestan > Kaukasus	*Malus communis*		34	diploid,
	„ *baccata*		51	triploid, aus di × (2 di)
	„ *prunifolia*			
	von *communis*: *sylvestris* *pumila* mit den Varietäten *paradisiaca*, *tomentosa* *domestica*	1. Direkte Abkömmlinge (Wildsämlinge)		
im ganzen Gebiet	*Pirus communis*: mit mit den Varietäten *Piraster*, *salvifolia*, *nivalis*.	2. Artbastarde	34	diploid
		3. Aberranten	51 — x	triploid (aneuploid ?)
			34 + x	ex di × (2 di) hyperdiploid (?)
	„ *elaeagrifolia*			
	„ *salicifolia*			
	„ *Persica*,			
	„ *cordata*			
Europa, Vorderasien bis Kaukasus, Transkaukasien	*Prunus avium*	Transkaukasien: „wild bis gigas", Europa-Wildbestand	16	diploid
			16 + x	aneuploid = Bastarde
Transkaukasien, Kleinasien	*Prunus cerasus*	Transkaukasien „wild bis gigas"	32	tetraploi l
—	*Prunus cerasus* × *avium*	in Kultur entstanden	32	tetraploid ex tetraploid × (2 diploid)
Kaukasus, Transkaukasien bis Turkestan, Kleinasien	*Prunus divaricata* ↓ *cerasifera*	*divaricata* in Transkaukasien „wild bis gigas"	16	diploid
Kaukasus, Transkaukasien bis Kleinasien, Persien	*Prunus insititia* ex *cerasifera* + *spinosa* ?	1. direkte Abkömmlinge (natürl. Sämlinge)	48	hexaploid
		2. Artbastarde (natürl. Sämlinge)		
		3. Varietätenbastarde (natürl. Sämlinge)		
		4. Aberranten (natürl. Sämlinge)		
Kaukasus, Transkaukasien, Afghanistan, Turkestan	*Amygdalus communis* bitter, süß	direkte Übernahme der Wildform	16	diploid
Ostasien	*Prunus Persica*	direkte Übernahme der Wildform	16	diploid
Turkestan bis Westchina	*Prunus armeniaca*	direkte Übernahme der Wildform	16	diploid

einbezogen wurde, war nur sehr wenig, war einförmig, wie es an der Peripherie des Verbreitungsgebietes nicht anders zu erwarten war.

Jetzt steigt die Mannigfaltigkeit der Sorten: Apfel- und Birnkultur ist in Griechenland und im römischen Reich wohlbekannt und geübt. In der römischen Kaiserzeit kommen Sauerkirschen, Pfirsich, Mandel und Aprikose von Klein-

asien nach Italien und breiten sich mit den Römern über die Mittelmeerländer, schließlich auch bis über die Alpen aus. Kirschpflaumen, Mirabellen, Damascenen werden bekannt.

Im frühen Mittelalter spielen Hof- und Klostergärten die wichtigste Rolle für ihre Verbreitung. Zur Zeit der Kreuzzüge mag noch viel frisches Blut in die europäische Obstkultur geflossen sein, ohne daß sich das im einzelnen genauer nachweisen läßt — es sei denn an dem starken, ständigen Anwachsen der Sortenzahl.

Erst die neueste Zeit hat dann wieder mit der Einführung amerikanischer Arten und Sorten neues Erbgut hinzugefügt; in der Gattung *Prunus* besonders kalifornische Arten, in der Gattung *Pirus* verspricht *Pirus coronaria* formbildend wichtig zu werden. Vor allem aber sind die amerikanischen *Vitis*-Arten *Labrusca*, *rupestris*, *riparia* u. a. ein Bestandteil der europäischen Weinkultur geworden.

Über die erste Inkulturnahme hat Vavilov auf dem Internationalen Gartenbaukongreß in London 1930 Gedanken geäußert. In den überreichen Mannigfaltigkeitszentren Vorder- und Zentralasiens, im Kaukasus (Transkaukasien) und Turkestan (nordwestlicher Gebirgsrand Innerasiens) sieht man gewissermaßen die Obstkultur und Obstsortenbildung in statu nascendi. Dort treten die Obstarten waldbildend auf. Wenn nun die Einwohner, die gewohnt sind, die wilden Früchte zu sammeln, an die Ausrodung der Wälder gehen, so schonen sie einzelne große und schöne Exemplare; damit ist, bei gleichzeitiger Selektion, der erste Anfang von Gartenkultur gegeben. So in Ländern, die reicher waren, als das Land, das den Pfahlbauern zur neuen Heimat wurde!

Drei Arbeitsrichtungen haben in die phylogenetischen Beziehungen der Obstarten Licht hineingetragen:

I. Die experimentellen Arbeiten über Fertilität und Sterilität, einschließlich Pollenuntersuchungen (Crane, Kobel, Ewert u. a.); letzte Zusammenfassung von Crane u. Lawrence auf dem IX. Int. Hort. Cgr. London 1930 (Studies in sterility).

II. Die cytologischen Untersuchungen, von Kobel wegbahnend begonnen, phylogenetisch fruchtbar vor allem von Darlington weitergeführt. Hier sind die wichtigsten Darstellungen des heutigen Standes der Frage bei Darlington (1929, 1930) zu finden, sowohl im Zusammenhang mit dem allgemeinen Polyploidieproblem als für die hier speziell interessierenden Objekte.

III. Die botanisch-geographischen Arbeiten der russischen Schule auf Grund der Expeditionen in Vorder- und Zentralasien, welche die beiden Hauptverbreitungszentren, Kaukasus mit Transkaukasien und Turkestan, feststellen. Hierzu zahlreiche Einzelarbeiten im Bull. of appl. Botany und (die mir bisher nur in Referaten oder in einzelnen Separaten zugänglich gewordenen) Berichte des russischen Kongresses für Pflanzen- und Tierzüchtung 1929, dessen wesentliche Resultate indessen von Vavilov auf dem obengenannten Londoner Kongreß (1930, Wild progenitors of the fruit trees) mitgeteilt sind. Tab. 52 soll die wichtigsten Tatsachen nach dem heutigen Stande der Forschung für die wichtigsten unserer Obstarten orientierend zeigen.

Alles weitere siehe in den Einzeldarstellungen.

Pirus und *Prunus:* Bach 1928. Beach 1905. Baxter 1922. Bertsch 1927. Christ 1916. Coates 1921. Crane 1921, 1923, 1926, 1927. Crane u. Lawrence 1929, 1930. Daniel u. Delpont 1913. Darlington 1927, 1928, 1930. Darlington u. Moffett 1930. Dorsey 1919. Ekimov 1929. Florin 1920, 1924, 1925, 1926, 1927. Gowen 1920. Hartman 1929. Hegi Bd. IV/2. Heilborn 1928. Jensen 1924. Jones 1928. Kamlah

1928. Kvaale 1926. Kavecka 1925. Kikuti 1924. Knight 1824. Kobel 1926 a u. b, 1927, 1928, 1929. Krause 1927. Krioukov 1929. Lindenbein 1929. Macoun 1928. Maney u. Welter 1928. Nebel 1929a u. b. Oehler 1929. Okabe 1927. Pashkewitsch u. Sigov 1929. Popov 1925, 1929. Rybin 1926, 1927. Sax 1922, 1929. Schneider 1906. Schulz 1913. Secnichi 1928. Shoemaker 1926. Skvorzov 1926. Socnichi 1928. Stout 1929. Trabut 1916. Troitzky 1930. Vinogradov-Nikitin 1929. Woronov 1925a u. b. Wight 1915. Ziegler u. Branscheidt 1927.

Die Gattung *Pirus*

A. Apfel

Der Apfelbaum ist ein Kind Mittel-Europas und Westasiens; auch heute ist die östliche Grenze seiner Kultur das Hochgebirge Innerasiens; während er in Asien noch so weit südlich wie Persien, Kleinasien gebaut wird, gedeiht er im europäischen Mittelmeergebiet schon nicht mehr gut.

Die Gattung *Malus* (Lam.) umfaßt etwa 20 Arten, die in Europa, Asien und Nordamerika heimisch sind. Von ihnen kommen nach übereinstimmender Ansicht im wesentlichen drei für die Entwicklung der Kulturäpfel in Frage:

Malus communis Lam., Europa, Westasien;

Malus baccata Borkh. (= *microphylla* Wendl.), der Kirschapfel, Himalaya über Sibirien bis Ostasien;

Malus prunifolia Borkh., Sibirien, Nordchina.

Während *Malus communis* mit seinen Varietäten als direkter Vorfahre mancher Apfelsorten angesehen wird, sind die beiden anderen sicherlich durch Kreuzung mit *communis* am Aufbau der Kulturäpfel sehr wesentlich beteiligt. Dabei denken wir, für unsere Betrachtungen hier, an die europäischen Kulturäpfel.

Als einheimisch in Europa hat *Malus communis* ssp. *sylvestris*, der Holzapfel, zu gelten, dessen Verbreitung bis nach Jütland und ins mittlere Norwegen reicht, und der von der Ebene bis in die subalpine Stufe auf allen Bodenunterlagen gedeiht. Er ist in Westeuropa uralt. Äpfel von der Größe des *Malus sylvestris* sind in großen Mengen ganz oder auf die Hälfte geschnitten, z. T. in Tongeschirren gesammelt, in den Schweizer, ostalpinen und norditalischen Pfahlbauten gefunden worden. Nach Heer und Neuweiler (siehe Literatur über Pfahlbauten S. 4) handelt es sich dabei um zwei Sorten, eine kleinere mit fast kugeligen Früchten, ähnlich dem heutigen Holzapfel, und eine größere, die man bereits als Kulturapfel ansprechen kann (Heer, Hoops). Dies um so mehr, als sie im Neolithikum und der Bronzezeit in so großen Mengen vertreten ist, daß man nicht mehr an bloßes Absammeln denken kann, sondern an einem Anbau kaum zu zweifeln ist (X. Pfahlbautenbericht 1930, Neuweiler). Hier läßt sich eine Gruppe der später genauer zu besprechenden Kultursorten anreihen (siehe Stammbaum, S. 295, 1. Zweig). Vielleicht gehören dahin Sorten, wie die von Christ (1916) beschriebenen bodenständigen Schweizer Sorten, die, nach Orten oder Familien benannt, z. T. ein „urechtes raurakisches Gepräge tragen" — wie „SauerBrummecher" u. a.

Die in Europa verbreiteten Wildäpfel der *sylvestris*-Gruppe sind äußerst einförmig — das gilt sowohl für die rezenten Formen als auch für die steinzeitlichen Funde. Die für Nordafrika angegebenen wilden Vorkommen werden überhaupt in Zweifel gezogen. Dagegen haben Voronov (1925) und Troitzky (1930) für den Kaukasus, Popov (1929), Pashkewitsch u. Sigov (1928) für Turkestan eine ungeheure Mannigfaltigkeit an Wildäpfeln beschrieben. Nach Vavilovs Bericht, IX. Intern. Gartenbaukongreß, ist ganz Transkaukasien reich an Wildäpfeln; doch steht der Kaukasus für ssp. *sylvestris* voran.

Hier übergreift ihr Verbreitungsgebiet die mehr östlich verbreitete ssp. *pumila*, die von Osteuropa bis Ostasien heimisch ist, gleichfalls im Kaukasus reich vertreten ist, aber ihr Hauptmannigfaltigkeitszentrum in Turkestan hat, wo sie „die ganze Vielförmigkeit der kultivierten Varietäten wiederholt". Diese Variabilität betrifft Farbe, Form, Aroma, Größe, Dimensionen des Fruchtstieles u. a. (Popov 1925, Pashkewitsch u. Sigov 1928). Ganze Wälder von wildem Apfel kommen im Kopet Dagh und den angrenzenden Gebieten vor. Die Früchte der turkestanischen Formen sind im allgemeinen größer als die des Kaukasus. In beiden Formzentren läßt sich aber (Vavilov 1931) „der ganze Prozeß der Einführung des wilden Apfels in die Kultur heute noch deutlich zeigen. Die ganze Skala des Übergangs vom typischen kleinen sauren Apfel bis zu kultivierten, völlig eßbaren Formen" ist zu beobachten. In der Tat übernehmen die Eingeborenen die Bäume einfach aus dem Wildzustand in Kultur. Das geschieht einmal in der Form des Pfropfens. Ursprünglicher aber ist der andere bereits kurz erwähnte Weg: bei der Urbarmachung des Landes, dem Ausroden der Wälder, lassen die Einwohner die besten und größten Bäume inmitten der neu anzulegenden Felder stehen. Indem so der erste Schritt zum Gartenbau getan ist, hat gleichzeitig künstliche Auslese stattgefunden, die bestimmend für den weiteren Entwicklungsgang der Art ist.

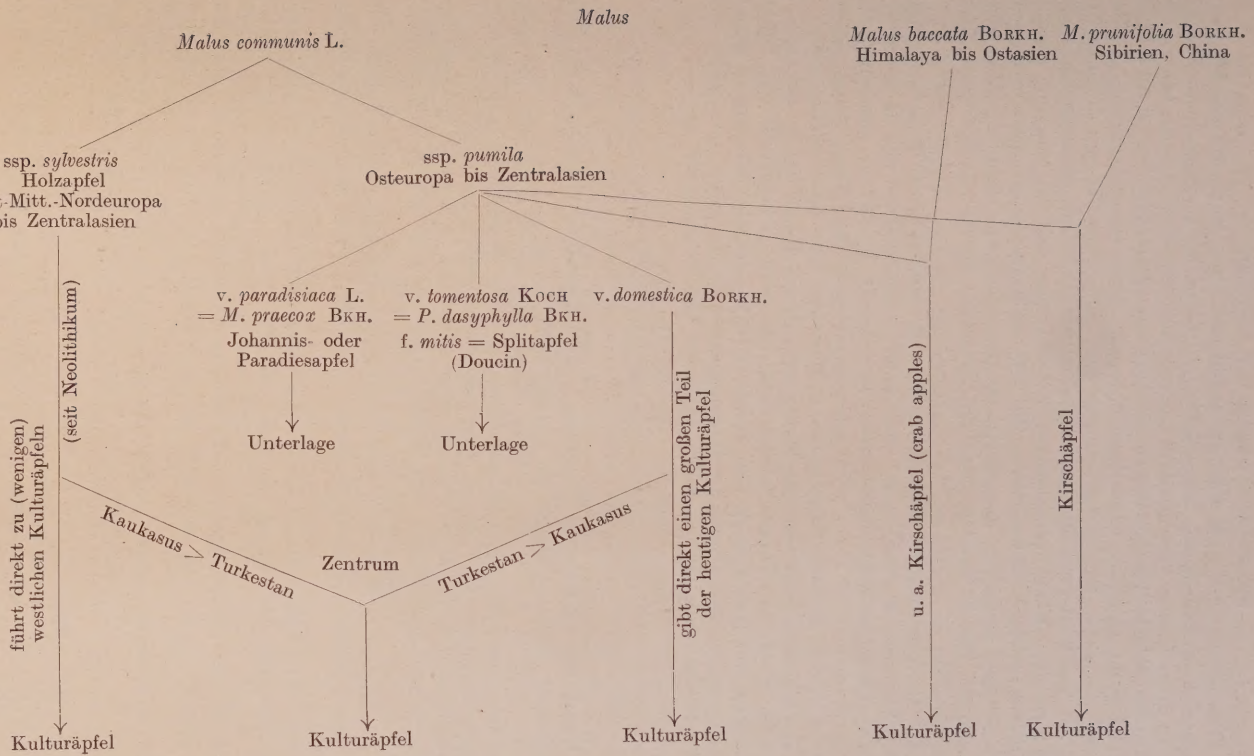
Die Unterart *pumila*, kommt heute sporadisch so weit nach Westen vor wie *sylvestris*, wird aber in Europa nirgends als spontan angesehen. Zwei Varietäten von *pumila* haben als Unterlagen weite Verbreitung gefunden: v. *paradisiaca* L. (= *Malus praecox* Borkh.), der Paradies- oder Johannisapfel, und v. *tomentosa* Koch (= *Pirus dasyphylla* Borkh.), dessen f. *mitis* den Splitapfel oder Doucin liefert.

Die dritte Unterart von *Malus communis*, ssp. *domestica* Borkh., die sich heute überall verwildert, aber gut eingebürgert in Europa findet, ist ebenso wie *sylvestris* teils direkt, teils als Komponente von Kreuzungen Stammmutter vieler Kultursorten geworden (vgl. Schneider, Handb. der Laubholzkunde 1906); viele der Angaben über bestimmte Hybrideltern sind sicherlich nicht mehr als Vermutungen und bedürfen der Prüfung — wie schwer und mühsam diese bei den Obstbäumen ist, zeigen die schönen experimentellen Arbeiten von Crane und Lawrence.

Es ist anzunehmen, daß die östliche und die westliche Form unabhängig in Kultur genommen sind. Bei den Pfahlbauern der Schweiz muß es naturgemäß ssp. *sylvestris* gewesen sein. Für das Alter der Kultur im Ursprungszentrum fehlen uns Zeugen. Sicherlich haben sich aber gerade dort die beiden Formenkreise im Laufe der Zeit gemischt.

Während der ägyptisch-semitische Kulturkreis den Stein- und Kernobstbau nicht kennt, ist er bei den Römern schon in voller Blüte. Gewiß ist dies damit zu erklären, daß Griechen und Römer in ständigem Kontakt mit Vorderasien bis nach Persien und dem Kaukasus hinein gewesen sind. Sie kannten das Propfen und die Bereitung von Obstwein. Zur römischen Kaiserzeit werden bereits 29 Sorten genannt. Im Capitulare Karls des Großen finden sich eine Anzahl Sorten mit Namen, die aber heute nicht mehr zu identifizieren sind (Fischer-Benzon, S. 183). Die Zahl der Sorten steigt von da ab beständig. Valerius Cordus beschreibt 33 Sorten mit ihrer Herkunft, darunter viele aus Mitteldeutschland — hier tritt bereits der Porstorffer und der Rosenapfel auf. Bauhin kennt 70 Sorten aus Württemberg, Baselland, Baden und Elsaß. Heute ist die Zahl der Sorten schwerlich genau zu bestimmen.

Welchen Weg ist diese Differenzierung gegangen?



Stammbaum der Kulturäpfel.

Speziesbastardierung und Cytologie

Viele Sorten sind auf Bastardierung mit den Arten *Malus baccata* und *prunifolia* zurückzuführen (siehe Stammbaum). Das Verbreitungsgebiet von *baccata* Borkh. überschneidet sich mit dem von ssp. *pumila* in Zentralasien, von wo sich die Art über Sibirien bis Ostasien ausgebreitet hat. *Prunifolia* Borkh., in Sibirien und Nordchina heimisch, kann dagegen nur in seinen westlichen Grenzgebieten mit ssp. *pumila* in Kontakt gekommen sein. Die Bastarde mit *Malus prunifolia*, der von Bailey und C. Schneider selbst für hybrid gehalten wird, sind an den zu einer Röhre verwachsenen Kelchblättern und der oben nur schwach genabelten Scheinfrucht kenntlich. Ein Teil der Bastarde mit diesen Arten sind als Kirschäpfel in Kultur; die amerikanischen crab-apples stammen aus *baccata*-Kreuzungen. Nach Vavilov sind die Reinetten Derivate von *baccata*-Kreuzungen (1931).

Für die Ableitung der Kulturformen aus Kreuzungen sind die sehr umfangreichen Experimente von Crane und Crane u. Lawrence wichtig geworden, sowie die Pollenanalysen (viele Untersucher: Kobel, Ewert, die genannten englischen Forscher u. a.); vor allem aber die cytologische Untersuchung, an der Kobel, Nebel, Rybin, Darlington u. Moffett, Heilborn beteiligt sind.

Die Grundzahl der Gattung *Malus* (und *Pirus*, siehe dort) ist die Zahl 17. Diese für Rosaceeen ungewöhnliche Zahl, die heute sichergestellt ist, konnte neuerdings von Darlington und Moffett (1930) auf die Siebenerzahl zurück geführt werden. Auf Grund der Bindungen der Chromosomen zu Quadri- und Hexavalenten sehen sie den vollen haploiden Chromosomensatz als

A B C D E F G
A B C D E F G
A B C

an. Das deutet auf hybriden Ursprung — die Diploidie ist verdeckte Polyploidie komplizierter Art, stabilisiert als „balancierter Typus".

Die meisten Arten der Gattung *Malus* sind diploid (siehe Tab. 53), unter ihnen die genannten wilden Stammformen unserer Kulturäpfel. Die wenigen tetraploiden Arten, *M. Toringo*, *glaucescens* und *coronaria*, kommen für die Ableitung unserer Kulturäpfel nicht in Frage. Doch ist in Amerika in letzter Zeit auch *coronaria* eingekreuzt und dürfte in den neueren amerikanischen Züchtungen bereits enthalten sein (siehe bei Beach, 1905).

Als triploid werden ein unsicher bestimmtes Exemplar von *prunifolia* und eines von *spectabilis* (chinesische Form) von Nebel, sowie *Halliana* von Kobel angeführt.

Ebenso sind die Kultursorten größtenteils diploid (Tab. 54a u. b). Von den untersuchten Sorten sind alles in allem ca. 100 diploid, davon einige trotzdem mit Unregelmäßigkeiten in der Reduktionsteilung. Zu den diploiden gehören nach Nebel alle Calvillen; desgleichen alle bisher untersuchten Unterlagen. 35 Sorten sind triploid, davon acht verschiedene Gravensteiner; eine einzige nur ist tetraploid, der amerikanische Apfel „Kola" (Nebel). Während Nebel und die englischen Autoren die genaue triploide Zahl 51 angeben, fand Kobel nirgends 51 typisch für die Pflanze, sondern eine zwischen 42 und 49 stark variierende Zahl — hypotriploid — so bei 15 untersuchten Sorten. Die Diskrepanz ist noch nicht gelöst, zumal Heilborn die Kobelschen Resultate, allerdings nur zum Teil, bestätigt, für drei nachgeprüfte Sorten fanden Darlington und Moffett genau 51. Die diploiden Formen haben größtenteils guten Pollen (50 bis 96 %) (Kobel), die triploiden und aneuploiden sehr schlechten (nur 12 bis 21 % gut), wie nicht anders zu erwarten.

Da tetraploide Kulturäpfel (abgesehen von dem genannten amerikanischen Apfel Kola) fehlen, so können die Triploiden nicht aus Kreuzung diploid × tetraploid entstanden sein. Übereinstimmend nehmen vielmehr die Untersucher an, daß die Triploiden durch gelegentliche diploide Gameten, sowohl im Pollen als in den Eizellen, zustande kommen. Nach Kobel sind viele der Aneuploiden nicht F_1, sondern F_n-Bastarde solcher abnormer Gameten mit normalen, bei denen durch Ausstoßung ungepaarter Chromosomen eine allmähliche Reduktion der Chromosomenzahl nach 34 hin durchgeführt wird. Diploide mit schlechtem Pollen, die häufig vorkommen, wie pfirsichroter Sommer-Apfel oder Neue Poiteau nach Kobel, Allington Pippin nach Florin, Ontario-Reinette hält Crane für sekundär diploid aus diploid × triploid, wobei unregelmäßige Chromosomenbindungen zu Störungen führen. So gilt Cox's Orange Pippin diploid für einen Abkömmling von Ribston Pippin triploid. Die Tatsache, daß der Ertrag an einem Apfelbaum genügend groß ist, auch wenn nur wenige Gameten zur Wirkung kommen, hat es bewirkt, daß Triploide (und Aneuploide), trotz weitgehender Sterilität auf ♀ und ♂ Seite, sich als „Kultursorten" halten können. Die starke Selbststerilität andererseits unterstützt Fremdbefruchtung.

Unsere heutigen „Sorten" sollten, nach der Art ihrer Vermehrung auf asexuellem Wege, Klone sein und damit morphologisch, weil genetisch, einheitlich. Daß sie es nicht mehr sind, weiß jeder. Mit der Präzisierung des Begriffes Klon trat die Notwendigkeit ein, die Ursache für diese Variabilität zu finden.

Nebel ist dieser Frage beim triploiden Gravensteiner nachgegangen, von dem etwa ein Dutzend Formen existieren, die morphologisch und physiologisch von der Stammsorte von Hesam verschieden sind. Nach ersten vorläufigen Untersuchungen 1929, (S. 216), welche keine cytologischen Unterschiede zeigten, glaubt er, daß hier somatische Mutation eine wesentliche Rolle spielt, wie dies auch in der holsteinischen Heimat des Gravensteiners angenommen wird. Daß somatische Mutation (Sproß- oder Knospenmutation) bei Apfel vorkommt, wird auch sonst berichtet; über rotfleischige Früchte speziell auf Gravensteiner, z. B. bei Gaucher (1894), bei Beach (1905, S. 87).

Eine phylogenetische Systematik der Kultursorten ist meines Wissens nicht versucht. Was vorliegt, ist eine Einteilung in ± natürliche Gruppen; so das noch heute viel benutzte „natürliche System" von Diehl-Lukas, das 15 Familien unterscheidet (Pomol. Tafeln 1867). Aber selbst dieses ist z. T. auf rein zufällige Merkmale gegründet; so wenn es für die letzten drei Familien: Streiflinge, Spitzäpfel, Plattäpfel heißt: „hierher gehören alle gestreiften (bzw. spitzen, bzw. platten) Äpfel, die nicht zu den seitherigen Familien zu zählen sind".

Calvillen, Schlotteräpfel und die Reinettenklassen u. a. sind dagegen gewiß natürliche Gruppen; ihre Zurückführung auf die oben als Stammeltern genannten Arten und Unterarten bzw. auf bestimmte Kreuzungskombinationen fehlt noch. Auch müßten sie schärfer gefaßt werden.

Nach Nebel sind z. B. alle „Calvillen" normal diploid. Lucas' Familie der Calvillen schließt aber beispielsweise den Gravensteiner ein, der bisher stets triploid gefunden wurde.

In Tab. 53 u. 54 sind die Chromosomenzahlen der wilden *Malus*-Arten und die der Kultursorten im Anschluß an Crane u. Lawrence (1931) zusammengestellt.

B. Birne

Die Geschichte der Kulturbirne stimmt mit der des Apfels in vielen Punkten überein. Die Grenze zwischen wilden und verwilderten Formen ist vielfach sehr schwer zu ziehen. Die Linie der Entwicklung läuft wie beim Apfel in zwei Richtungen:

1. aus Inkulturnahme, also einfache Selektion der wilden Varietäten von *Pirus communis*,

2. durch spontane Kreuzung mit anderen Arten der Gattung *Pirus*.

Von der in Europa und Asien heimischen Art *Pirus communis* L. werden drei Unterarten als geographisch lokalisierte Formen unterschieden. Unter diesen hat ssp. *Piraster* L., die Holzbirne, die größte Verbreitung, über Mittel- und Osteuropa sowie Westasien reichend und wie der Wildapfel von der Ebene bis in die montane Stufe steigend, und dabei äußerst stark modifizierbar. Christ (1916) berichtet, daß von mächtigen alten Holzbirnen im Solothurner Jura „süße Früchte gesammelt werden, nachdem der Reif darübergegangen ist". Sie kommt in vielen erblich verschiedenen Varietäten vor, die sicherlich z. T. wie der Holzapfel direkt in Kultur genommen sind; nach Hegi z. B. die sogenannten „Kochbirnen". (Fortsetzung S. 302).

Die Tabellen 53—55 sind zusammengestellt:

Wilde *Malus*-Arten nach:
Nebel 1929 (Gart. W. I) (Am. Nat. 63)
Kobel 1927, Arch. J. Kl.
Rybin 1926, B. a. B. 16.

Kultivierte *Malus*-Arten im Anschluß an:
Crane u. Lawrence 1930, 1931
wie oben und nach:
Heilborn 1928, Sv. bot. Tidskr. 22
Rybin 1927, B. a. B. 17 III[2])
Darlington u. Moffett 1930, J. Gen. 22.

Birnen nach: Rybin 1927
Kobel 1927

Tab. 53. Chromosomenzahlen bei Wildäpfeln

Wilde Arten *Malus*	2 n = 34 bzw. abweichend	Untersucher	Wilde Arten *Malus*	2 n = 51 bzw. abweichend	Untersucher
Malus			*Malus*		
amurensis		N.	*prunifolia* Borkh.	±1	N.
baccata Borkh.		N. R.	*spectabilis* Borkh.	!	N.
calleryana Decne		N.	*halliana* Koehne	47—49!	K.
floribunda Sieb.		N., D. u. M.			
fusca Schn.		N.			
halliana Koehne	!1)	N.			
ionensis Brit.	!	N.			
malus Brit.		N.			
niedzweckyana Dic.		N.		2 n = 68 bzw. abweichend	
prunifolia macrocarpa		N.			
„ Borkh.	!	R.			
Sargentii Rehd.	!	N.			
scheideckeri Zab.		N.	*coronaria* Mill.		N.
ussuriensis Max.		N.	*glaucescens* Rehd.		N.
sylvestris Mill.		N. R.	*Sargentii*	64—69!	R.
pumila paradisiaca		R.	*Toringo*	64—71	R.
„ *praecox*		R.	*coronaria ionensis*		
spectabilis Borkh.	!	R.	Schneid.	65	R.
Zumi		R.			
angustifolia		R.			
Sieboldi = *Toringo*		N.			
Ringo L.		D. u. M.			

1) ! bedeutet, daß verschiedene Autoren verschiedene Zahlen angeben.

2) Eine Anzahl bei Crane nicht genannter Äpfel nach Rybin wurde hier leider übersehen (Anm. bei der Korrektur).

Tab. 54. Chromosomenzahlen und Pollenkeimzahlen bei Kulturäpfeln

a) diploide Sorten

Varietät	Chromosomenzahlen (2n)					Keimprozent des Pollens		
	Kobel	Rybin	Nebel	Heilborn	Darlington and Moffett	Kobel	Kvaale	Florin
Aldersleber Calville	—	—	34	—	—	—	—	—
Allington Pippin	—	—	—	—	34	—	—	0—30[1]
Annie Elizabeth	—	—	—	—	34	—	76	—
Apfel aus Lunow	—	—	34	—	—	—	—	—
Baumanns Reinette	—	—	—	ca. 36	—	—	—	—
Beauty of Bath	—	—	—	—	34	—	—	70—100
Berner Rosenapfel	34	—	—	—	—	97	—	70—100
Calville Großherzog von Baden	—	—	34	—	—	—	—	—
Calville du roi	—	34	—	—	—	—	—	—
Carlisle Pippin[2]	—	—	—	—	34	—	—	—
Cellini	34	—	—	—	—	82	88.1	70—100
Charlamowski	—	—	34	34	—	—	87.3	—
Cox's Orange Pippin[2]	34	—	—	—	34	—	69.3	70—100
Cox's Pomona	—	—	—	—	34	—	98	—
Danziger Kantapfel	34	—	—	—	—	77	—	70—100
Der Böhmer	—	—	34	—	—	—	—	—
Dolgo	—	—	34	—	—	—	—	—
Doucin (Malling Stock Type II)	—	—	—	—	34	—	—	—
Duchess Favourite	—	—	—	—	34	—	—	—
Early Victoria	—	—	—	—	34	—	—	70—100
Eden	—	—	34	—	—	—	—	—
Encore	—	—	—	—	34	—	—	—
Esopus Spitzenberg	34	—	—	—	—	—	66	—
Geh. Dr. Oldenburg	—	—	34	—	—	—	—	70—100
Gelber Bellefleur	—	—	34	—	—	—	—	70—100
Gelber Richard	34	—	34	34	—	—	—	—
Gen. von Hammerstein	—	—	34	—	—	—	—	—
Golden Spire	—	—	—	—	34	—	—	—
Goldreinette v. Kursk	—	34	—	—	—	—	—	—
Graue Winter-Reinette	—	34	—	—	—	—	—	—
Grenadier	—	—	—	—	34	—	—	—
Hampus	—	—	—	34	—	—	46.2	—
Irish Peach	—	—	—	—	34	—	—	70—100
Jaune de Metz (Malling Type IX)	—	—	—	—	34	—	—	—
Kasseler Reinette	34	—	—	—	—	72	88.9	—
Kentish	—	—	—	—	34	—	—	—
Keswick Codlin	—	—	—	—	34	—	96.5	70—100
Lane's Prince Albert	—	—	51	—	34	—	57.6	70—100
Lesan's Calville	—	—	34	—	—	—	—	—
Lord Derby	—	—	—	—	34	—	—	70—100
Lord Grosvenor	—	34	—	—	—	—	—	—
Manks Küchenapfel	—	—	34	—	—	—	—	70—100
Manx Codlin	—	—	—	—	34	—	—	—
McIntosh Red	—	—	34	—	—	—	56.9	—
Menznauer Jäger-Apfel	—	—	—	ca. 33	—	—	—	—
Minister von Hammerstein	—	—	34	—	—	—	—	70—100
Muskat-Reinette	34	—	—	—	—	76	—	—
Newton Wonder	—	—	—	—	34	—	52.1	—
Nonsuch (Malling Type VI)	—	—	—	—	34	—	—	—

1) Bei Crane u. Lawrence 66%.
2) Pippin identisch mit deutsch: Reinette.

Tabelle 54a. Fortsetzung

Varietät	Chromosomenzahlen (2n)					Keimprozent des Pollens		
	Kobel	Rybin	Nebel	Heilborn	Darlington and Moffett	Kobel	Kvaale	Florin
Northern Spy	—	—	—	—	34	—	90	30—70
Old English Broadleaf (Malling Type I)	—	—	—	—	34	—	—	—
Ontario-Reinette	34	—	34	—	—	68	—	30—70
Oranie	—	—	—	34	—	—	—	70—100
Oslins	—	—	—	—	34	—	—	—
Pfirsichroter Sommerapfel	34	—	—	—	—	50	—	30—70
Red Astrachan	—	—	34	—	—	—	—	—
Red Siberian Crab	—	—	34	—	—	—	—	—
„ „ „	—	—	34	—	—	—	—	—
Reinette d'Orleans	—	34	—	—	—	—	—	—
„ Oberdieck	—	34	—	—	—	—	—	—
Reinette Zuccamaglio	—	—	—	—	34	—	—	70—100
Rev. W. Wilks	—	—	—	—	34	—	—	—
Rival	—	—	—	—	34	—	—	70—100
Roter Jungfernapfel	—	—	34	—	—	—	—	70—100
Roter Stettiner	—	34	—	—	—	—	—	—
Royal Jubilee	—	—	—	—	34	—	—	—
Sävstaholm	—	—	34	34	—	—	—	—
Sommer Gewürzapfel	34	—	—	—	—	60	—	—
Sommerrambour	—	—	34	—	—	—	—	—
Spätblühender Taffetapfel	—	—	34	—	—	—	—	—
Stirling Castle	—	—	—	—	34	—	—	—
Transparente de Croncels	34	—	—	—	—	55	60.3	30—70
Tschulanovka	—	34	—	—	—	—	—	—
Wealthy	—	—	—	34	—	—	85.9	30—70
Weißer Astrachan	34	—	—	34	—	85	—	—
Weißer Rosmarin	—	34	—	—	—	—	—	—
Weidners Goldreinette	—	—	34	—	—	—	—	—
Winesap	—	—	34	—	—	—	46.7	—
Winter Majetin	—	—	—	—	34	—	—	—
Worcester Pearmain	—	—	—	—	34	—	—	70—100
Yellow Newtown	—	—	34	—	—	—	—	—
Zwanzig Unzenapfel	—	—	34	—	—	—	—	—

Tab. 54b. Triploide Sorten (und 1 tetraploide)

Varietät	Chromosomenzahlen (2n)					Keimprozent des Pollens		
	Rybin	Kobel	Nebel	Heilborn	Darlington and Moffett	Kobel	Kvaale	Florin
Baldwin	—	48—49	51	—	51	11.0	12.3	0—30
Belle de Boskoop	—	ca. 46	51	—	—	13.0	—	0—30
Blenheim Orange	—	—	51	—	51	—	—	0—30
Bohnapfel	—	46—49	—	—	—	10.0	—	—
Bramley's Seedling	—	—	—	—	51	—	20.9	0—30
Champagner-Reinette	51	—	—	—	—	—	—	—
Crimson Bramley	—	—	—	—	51	—	—	—
Damason Reinette	—	45—47	—	—	—	23.0	—	—
Genet Moyle	—	—	—	—	51	—	—	—
Goldreinette	—	51	—	51	—	—	—	—
Gravenstein	—	45—46	51	—	—	7.0	13.0	0—30
Gravensteiner von Hesam	—	—	51	—	—	—	—	—

Tabelle 54b. Fortsetzung

Varietät	Chromosomenzahlen (2n)					Keimprozent des Pollens		
	Rybin	Kobel	Nebel	Heilborn	Darlington and Moffett	Kobel	Kvaale	Florin
Henze's Gravensteiner . .	—	—	51	—	—	—	—	—
Koch's Gravensteiner . .	—	—	51	—	—	—	—	—
Gravensteiner von Palaisar	—	—	51	—	—	—	—	—
Gravensteiner v. Sabygard	—	—	51	—	—	—	—	—
Lane's Prince Albert . .	—	—	51	—	—	—	—	—
Reseda-Reinette	—	51	—	51	—	—	—	—
Roter Gravensteiner . .	—	—	51	—	—	—	—	0—30
Schleibitzer Gravensteiner	—	—	51	—	—	—	—	—
Harbert's Reinette . . .	—	45	—	—	—	16.0	—	—
Jacques Lebel	—	49—51	—	—	—	13.0	—	—
Reinette du Canada . .	51	38—40	51	—	—	4.0	—	0—30
Ribston Pippin	—	42	51	—	51	—	21.4	0—30
Roter Eiserapfel	—	47	—	—	—	—	—	—
Stäfner Rosenapfel . . .	—	48—49	—	—	—	25.0	—	0—30
Warner's King	—	42	—	—	—	27.0	14.8	0—30
Winter-Zitronenapfel . .	—	48—49	—	—	—	21.0	—	0—30
Washington	—	—	—	—	51	—	—	—
Slg. v. Champagn.-Reinette	51	—	—	—	—	—	—	—
Slg. v. Winter-Gold-Pearm.	51	—	—	—	—	—	—	—
Kola	—	—	68	—	—	—	—	—

Tabelle 55. Chromosomenzahlen und Keimprozente der Birnen nach Kobel u. Rybin

Wilde Arten	2n =	
Pirus communis	34	R.
elaeagrifolia	34	R.
„	51	K.
nivalis	34	R.
sinensis = ussuriensis	34	R. K.
salicifolia	34	R. K. N.
„	aneupl.	K.

Kultursorten (alle nach Kobel)	2n =	% Pollenk.
Gellerts Butter	34	72
Vereins Dechants	34	78
Williams Christ, ident. mit Bartlett	34	46
André Desportes	34	54
Lebruns Butter	34	43
Frühe von Trevoux	34	29
Neue Poiteau	34	31
Fondante Thirriot	34	31
Gute Luise von Avranches	34	54
Hardenponts Butter	34	31
Diels Butter	45	6
Amaulis Butter	46	25
Schweizer Wasser	47	13
Hofrats	44—48	13
Theilers	48	22
Bäriker	(48—)51	11
Pastoren	55	4

Von den Ostalpen an ostwärts ist in der collinen und montanen Region die Schneebirne, ssp. *nivalis*, verbreitet, während in *salvifolia* eine westliche Rasse vorliegt, die in der Westschweiz und Frankreich vorkommt, eine typische Wildpflanze, stark bedornt, in artenreichen Laubgehölzen verbreitet. In Deutschland und Österreich fehlen diese beiden Unterarten. Um so auffallender ist es, daß Popov sie für Zentralasien (Turkestan) angibt.

Ebenso wie *Malus* gehört *Pirus communis* zu den Obstarten des turkestanischen und vor allem des kaukasischen Verbreitungszentrums. Mit dem Wildapfel wälderbildend, entfaltet die Birne besonders im Kopet Dagh eine große Mannigfaltigkeit.

Die Deutungen über die Herkunft dieser Unterarten ist noch ganz im Fluß. Sie werden vielfach als hybrid angesehen, so *salvifolia* als *P. communis* (also wohl *Piraster*) × *nivalis* und *nivalis* selbst als ein Bastard zwischen *communis* und anderen Arten. Diese anderen Arten: *elaeagrifolia* Pall., *salicifolia* L., *Persica* Pers., *cordata* Desf. u. a. sind alle in Vorderasien (Kaukasus) heimisch und haben kleine kugelige Früchte. In den innerasiatischen Standorten sind nach Popov die Arten und Unterarten stark verbastardiert und geben ein äußerst polymorphes Formengemisch. Nach Kobel und Rybin sind auch die wilden Birnenarten alle diploid. Man wird also die Kultursorten wie beim Apfel als Abkömmlinge natürlicher Sämlinge der stark variierenden und verbastardierten Wildformen zu deuten haben. Tetraploide fehlen hier ganz (vgl. Apfel) — dagegen liegen wie beim Apfel Angaben von Kobel über Aneuploidie, Hypo- (einmal Hyper-) Triploidie vor — über die das gleiche gilt wie beim Apfel. Voll triploid ist die Bärikerbirne und hypertriploid die Pastorenbirne. Die Entstehung der Triploiden muß hier, wo tetraploide ganz fehlen, in der auch für *Malus* vermuteten Weise durch Bildung vereinzelter diploider Gameten vor sich gegangen sein, womit auch die Deutung für *Malus* an Wahrscheinlichkeit gewinnt. Daß zwischen Pollenkeimfähigkeit und Chromosomenzahl sich dieselbe Abhängigkeit findet wie bei *Malus*, ist von vornherein anzunehmen gewesen.

Chromosomenliste nach Kobel (1927), s. Tab. 55.

Holzbirnen finden sich, wenige unter Äpfel gemischt, in neolithischen Pfahlbautenfunden. Wie der Apfel in der ägyptischen und syrischen Kultur fehlend — was nach der geographischen Verbreitung zu erwarten —, wird die Birne in Griechenland und bei den Römern kultiviert und das Mittelalter pflegt sie wie die Äpfel.

C. Quitte *Cydonia vulgaris* und Mispel *Mespilus germanica*

Über Quitte und Mispel ist genetisch wenig gearbeitet worden; es ist deshalb phylogenetisch der Darstellung de Candolles über den Ursprung der Kulturquitten nichts hinzuzufügen. Die Heimat der Quitte ist Transkaukasien bis Anatolien und Nordwestpersien, wo sie spontan in Holzungen auftritt (ebenso nach Vinogradoff-Nikitin 1929). Weiter westlich gilt sie nach de Candolle für verwildert; ebenso nach Popov in Zentralasien (West-Tian-shan und Kopet Dagh), wo sie sich stark ausgebreitet hat. Nach Vavilov-Bukinich vertritt sie in Afghanistan Apfel und Birne in der Kultur.

Auch die Mispel, *Mespilus germanica*, von Vorderasien nach Süd- und Südosteuropa wild verbreitet, gehört dem kaukasischen und dem turkestanischen Ursprungszentrum an.

Die Gattung *Prunus*

D. Kirsche

Unter unsern Kulturkirschen sind drei Gruppen zu unterscheiden, die Süßkirschen, die Sauerkirschen und zwischen oder neben ihnen stehend eine Gruppe, die Glaskirschen oder Amarellen, Hybridkirschen (englisch Dukes, französisch cerises royales), die als Bastarde zwischen beiden angesehen werden. Es wird sich zeigen, wie weit das berechtigt ist. Die Kultur der Kirschen reicht in das Altertum zurück. Daß man in prähistorischer Zeit bereits von Kultur sprechen könnte, ist wenig wahrscheinlich. Die Funde in Pfahlbauten dürften wohl von eingesammelten wilden Früchten herrühren. Und zwar ist es *Prunus avium*, die Süßkirsche, deren Steine in den Schweizer und italienischen Pfahlbauten gefunden sind. Sie ist also bereits in frühester Zeit über Europa verbreitet.

Prunus avium findet sich heute wildwachsend in Westasien vom Kaukasus durch Persien und Kleinasien und in Europa von Skandinavien bis in die Mittelmeerländer. *Prunus cerasus*, die Sauerkirsche, kommt dagegen wild in einem sehr viel beschränkteren Gebiet vor, vom Kaukasus bis etwa Konstantinopel — und tritt auch in diesem Gebiet an Zahl weit hinter *Prunus avium* zurück. Neue Angaben über Vorkommen in diesem Gebiet siehe bei Voronov (1925). de Candolle hält ihr Vorkommen nördlich des Kaukasus, sowie in anderen an dieses Gebiet stoßenden Ländern (Nordindien, Griechenland, Italien und Frankreich) nur für verschleppt — sie mache „in Europa den Eindruck eines fremdländischen Baumes, der sich allerdings ziemlich eingebürgert hat". Entgegen der damals herrschenden Meinung hält er die Sauerkirsche für eine Varietät der Süßkirsche. Beide hätten sich von einer gemeinsamen Heimat aus (Kaspisee bis Westanatolien) verbreitet, aber in sehr ungleicher Weise.

Unsere heutigen Anschauungen sind wesentlich durch die cytologischen Untersuchungen Darlingtons im Verein mit den sehr umfassenden Kreuzungen Cranes dieser Auffassung wieder viel näher gekommen, und lassen die phylogenetischen Zusammenhänge in einiger Deutlichkeit erkennen. Dazu kommen gleichartige Arbeiten von Kobel.

Nach Crane, Florin u. a. sind die Süßkirschen durchweg selbststeril. Die Variabilität, die sich sowohl bei wilden als innerhalb der kultivierten Sorten findet, ist deshalb wesentlich auf Bastardierung zurückzuführen; die Kulturvarietäten gehen aus „Selektion von natürlichen Sämlingen natürlicher Bastardierungen von wilden Individuen hervor. Der Mensch hat nur die Verbreitung erleichtert, den Naturprozeß nur beschleunigt" (Darlington 1928).

Daß neben Selbststerilität auch ein ziemlich hohes Maß von Kreuzungsinkompatibilität besteht, ist darauf zurückzuführen, daß durch die vegetative Vermehrung, durch das Pfropfen vielfach Erbgleiches in verschiedenen Sorten verborgen weitergegeben ist.

Nach Kobel und Darlington ist die Grundchromosomenzahl der Gattung *Prunus* 8; die Süßkirschen sind diploid, die Sauerkirschen tetraploid. Während Kobel bei allen von ihm untersuchten Süßkirschen $2n = 16$ somatische Chromosomen fand und vollkommene Geminibildung in der Reduktionsteilung, sind nach Darlington alle 16 von ihm untersuchten Kultursorten aneuploid und weisen 1—3 überzählige Chromosomen auf, die vielfach zu trivalenten „Gemini" zusammentreten.

Kobel hält auch nach Kenntnis dieser Befunde die Richtigkeit seiner Beobachtungen — an acht Sorten — über die Euploidie der von ihm untersuchten Süßkirschen aufrecht (vgl. die umgekehrte Feststellung bei *Malus*).

Darlingtons Beobachtungen würden dagegen eine Erklärung für den vielfach schlechten Pollen der Süßkirschen geben, dessen Vorkommen bei Kobel schwer zu verstehen ist; die Reduktionsteilung wird nach Kobel stets durchgeführt, die Degeneration des Pollens erfolgt erst nach der Tetradenbildung (ebenso bei *Fragaria*, Schiemann 1930), ihre Ursache liegt also nicht in zahlenmäßigen Störungen.

Wenn sich diese Unterschiede bestätigen sollten, so hätten wir unter den Süßkirschen mit zwei sehr verschiedenen Typen zu rechnen — einer primitiveren — rein diploiden Gruppe — und einer abgeleiteten — worauf gleich noch zurückzukommen ist (siehe Chromosomenliste Tab. 57).

Oehler ist der Ansicht, daß die von Kobel gefundene normale Diploidie sich durch negative Auslese in demselben Sinne erklärt wie die der Kernobstarten; Unregelmäßigkeit in der Verteilung der Chromosomen in der Reduktionsteilung würde zu Ei- und Pollenzellen mit verschiedener Chromosomenzahl führen und damit zu Störungen in der Befruchtung; diese aber würde sich, da die Blüte nur eine Samenanlage enthält, in schlechtem Ansatz äußern. Dieser könnte sich höchstens in Liebhabersorten halten. Die Annahme, daß die von Darlington untersuchten Süßkirschen „wohl dazu zu rechnen sind", dürfte sich (siehe die Liste), kaum aufrecht erhalten lassen. Auch spricht das von Kobel selbst beschriebene Vorkommen von Diaden statt Tetraden gegen diese Hypothese.

Prunus avium steht als diploide Form unter den Kirschen für sich; der Kreis der tetraploiden ist größer: an *Prunus cerasus* schließt sich *Prunus fruticosa* an, die in Zentral- und Westasien verbreitet, noch bis Ost- und Mitteldeutschland wild vorkommt, in einzelnen Formen ihr so nahe stehend, daß die beiden ineinander übergreifen (Schulz 1913). Darlington ist deshalb geneigt, auch *fruticosa* einen Platz in der Phylogenie der Sauerkirschen einzuräumen; etwa derart, daß *P. cerasus* selbst einer Kreuzung von *P. avium* mit einer der *fruticosa* ähnlichen tetraploiden Art hervorgegangen sei.

Als besondere Art ist von *Pr. cerasus* die Strauchweichsel, *P. acida* Dum., abgetrennt, die in der Marasca-Kirsche eine geographische Rasse in Dalmatien-Bosnien ausgebildet hat. Durch ihre Fähigkeit, Ausläufer zu treiben, ist sie von *avium* und *cerasus* unterschieden.

Die Variabilität der tetraploiden Kirschen ist größer als die der diploiden; die Selbstfertilität ist höher, wenn auch immer nur partiell; die Kreuzungssterilität ist geringer. Cytologisch zeigt sich eine starke Neigung, in der Diakinese tri- und quadrivalente Gemini zu bilden; auch in der Metaphase kommt es oft zu sekundären Paarungen, Bildung von Quadrivalenten. Das deutet auf eine nähere Verwandtschaft der Chromosomensätze hin, welche die tetraploide Form aufbauen. Andererseits führt dies zu Störungen, die sich wiederum in viel untauglichem Pollen äußern.

Die dritte Gruppe sind die Glaskirschen (Dukes-Amarellen), die in ihren morphologischen Merkmalen (ausgebreiteter Habitus von *avium*—Infloreszenz Merkmale von *cerasus*—Aroma intermediär usw.) so sehr die Mitte zwischen den beiden ersten Gruppen halten, daß man sie als Bastarde zwischen Süß- und Sauerkirschen angesehen hat; sie sind aber nicht triploid, sondern tetraploid, wie die Sauerkirschen, und weisen dieselben cytologischen Erscheinungen auf wie diese. Eine von Kobel als möglich diskutierte Erklärung für den Ursprung dieser Gruppe muß nach den gleichzeitigen Untersuchungen von Darlington als sichergestellt gelten. Diese Deutung ruht auf der Beobachtung, daß bei *P. avium* häufig statt der haploiden diploide Pollenkörner gebildet werden, eine Erscheinung, die nach Kobel überhaupt in der Gattung *Prunus* häufig ist.

Nun ist es bekannt, daß die Kreuzung Süßkirsche × Sauerkirsche nur in seltenen Fällen gelingt. DARLINGTON nimmt an, daß dies nur dann der Fall ist, wenn ein „diploider" *avium*-Gamet mit dem normal diploiden *cerasus*-Gameten zusammentrifft. Damit wäre die Tatsache, daß wir keine triploiden Bastarde kennen, erklärt. DARLINGTON fand bisher nur den sterilen Zierstrauch *Pr. avium nana* triploid. Die doppelte Dosis von *avium*-Genen würde andererseits das starke Dominieren der Süßkirschenmerkmale erklären. Die tetraploide Reine Hortense z. B., deren Mutter, eine Duke, von *Prunus cerasus* (cerise anglaise) abstammt, ist ebenso wie andere „Sauerkirschen mit Süßkirscheneigenschaften" wahrscheinlich auf diese Weise entstanden.

Dieser Typus wird im 17. Jahrhundert zuerst genannt, ist besonders stark in England vermehrt und zu Anfang des 18. Jahrhunderts nach Frankreich und Deutschland gebracht worden.

Die ersten bewußten Kirschenzüchtungen in größerem Maßstabe sind von KNIGHT durchgeführt worden. KNIGHTS Züchtungen sind aus Kreuzungen zwischen Süßkirschen und „Dukes" entstanden — es sind Süßkirschen mit überzähligen Chromosomen, welche (nach DARLINGTON) von dem „Duke"-Elter stammen müssen. DARLINGTON zeigt, daß infolge des Zusammengehens der tri- und quadrivalenten in seltenen Fällen auch Duke-Pollenkörner mit <16, z. B. 10 oder 11 Chromosomen entstehen können.

Entsprechend den Erfahrungen bei *Datura* nimmt er an, daß die Verdoppelung eines Chromosomes bestimmte Eigenschaften steigern kann, daß somit die Grundlage für eine unbewußte Auslese nach Extrachromosomen zur Verbesserung der Sorten gegeben sein könnte. Damit ist für die aneuploiden Süßkirschen die Entstehung durch Bastardierung mit Sauerkirschen gut begründet. Aus der Entstehungsgeschichte erklärt sich aber auch die schwierige und bei den Sorteneinteilungen (auch in den wissenschaftlichen Arbeiten) stark schwankende Abgrenzung von Sauer- und Hybridkirschen.

Es ergibt sich damit folgendes Bild der phylogenetischen Entwicklung der Kulturkirschen.

Prunus avium als diploide Ursprungsform hat sich in vorkultureller Zeit über Europa verbreitet und ist früh in Kultur genommen. Durch Selektion von natürlichen Sämlingen entstehen die verschiedenen Süßkirschenrassen (diploid).

Die in der Römerzeit für Mitteleuropa, Belgien, Rheinland beschriebenen Sorten sind Süßkirschen. Daß auch die Strauchweichsel (Gruppe *acida* der Sauerkirschen, tetraploid) den Römern bekannt war, geht aus der Erwähnung der Wurzelschößlinge mit Sicherheit hervor (VIRGIL, zit. nach FISCHER-BENZON). Es ist aber wohl möglich, daß sie schon damals wesentlich als Pfropfunterlage Verwendung fand.

In späterer Zeit sind im Entwicklungszentrum, etwa im Kaukasusgebiet, aus Kreuzung mit tetraploiden Formen die Sauerkirschen, *Pr. cerasus*, hervorgegangen, die sich wesentlich mit Zutun des Menschen verbreitet haben. Die Tetraploidie bringt mit sich größere Variabilität und größere Kreuzungsmöglichkeit. In oder vor dem 17. Jahrhundert sind aus Kreuzung von Süß- und Sauerkirschen die Glaskirschen entstanden, aber nicht als triploide Bastarde, sondern aus Vereinigung eines diploiden *avium*-Gameten mit einem haploiden *cerasus*-Gameten.

Diese Erklärung würde auch das gleichartige cytologische Verhalten von Sauer- und Glaskirschen mit erklären.

Seit dem 18. Jahrhundert haben weitere Kreuzungen zwischen Süß- und Glaskirschen zu den aneuploiden Süßkirschen geführt, die ihre überzähligen Chromosomen von dem tetraploiden Elter haben. Mithin ergibt sich folgender Stammbaum (Abb. 86).

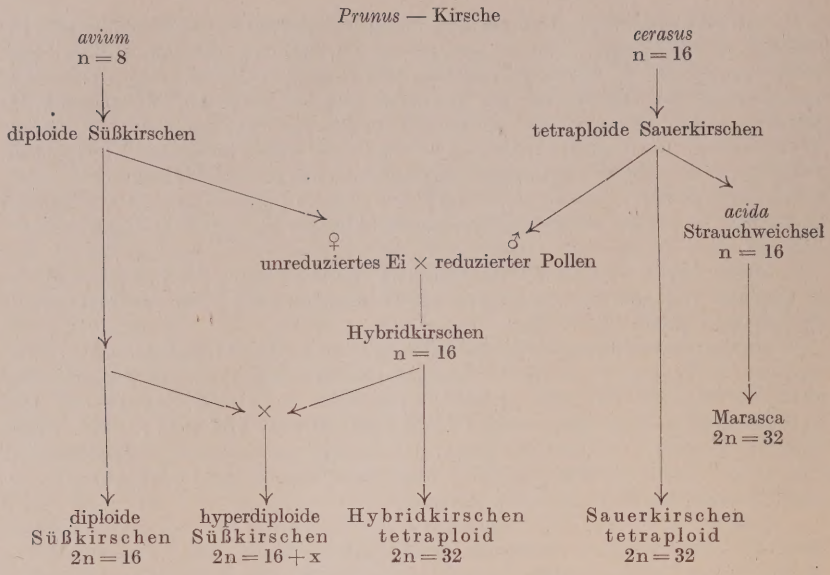


Abb. 86. Stammbaum der Kirschen

E. Pflaume

Über die Abstammung unserer Pflaumen, die unter dem Namen *Prunus domestica* L. zusammengefaßt werden, wissen wir wenig; cytologisch sind sie alle hexaploid und fast durchweg kreuzungsfertil. Crane und Lawrence (1929) haben nur drei kleine Gruppen mit Intersterilität gefunden. Diese Tatsache macht es erklärlich, daß die Unterarten und Varietäten vielfach schwer gegeneinander abzugrenzen sind.

Unter Einbeziehung der gleichfalls hexaploiden *Pr. insititia* (Haferschlehe, Kriechenpflaume) kann man mit Hegi drei Hauptgruppen der Kulturpflaumen unterscheiden: alle n = 24.

ssp. *insititia* Poir. = Pflaumen (Kriechen),
- var. *Juliana* L. — St. Julianspflaume, ähnlich *P. spinosa* n = 16,
- var. *pomariorum* Bont. — Katalonischer Spilling,
- var. *cerea* (*syriaca*) — Mirabelle, ähnlich cerasifera Myrobalane n = 8,

ssp. *italica* Borkh. = Edelpflaumen,
- var. *Claudiana* — Reineclauden,
- var. *ovoidea* — Eierpflaumen,

ssp. *oeconomica* Borkh. = Zwetschen (Pflaumen),
- var. *subrotunda* — hierher Kirkespflaumen,
- var. *oxycarpa* — „ Jefferson,
- var. *mamillaris* — „ Frühzwetsche,
- var. *prunealiana* — „ italienische Zwetsche, deutsche Hauszwetsche.

Wild kommt in Süd- und Mitteleuropa *Prunus insititia* L. vor, vom Kaspisee westwärts verbreitet. Hierher gehören die Kerne, die in neolithischen Pfahl-

Tabelle 56. Chromosomenzahlen von Prunusarten
Nach Kobel u. Darlington 1926, 1927, 1928, 1930

Subgenus	*diploid* $n = 8$	*tetraploid* $n = 16$	*hexaploid* $n = 24$	*nonnaploid* $n = 36$
Amygdalus	*communis* Fr. (Mandel)	—	—	—
	persica S. u. Z. (Pfirsich)	—	—	—
	—	*triloba* Ldl.	—	—
	Fenzliana	—	—	—
	nana Focke	—	—	—
	Lannesiana amabilis	—	—	—
Cerasus	*serratula* Ldl.	—	—	—
	yedoensis Mats.	—	—	—
	pumila L. var. *prostrata*	—	—	—
	—	*fruticosa* Ldl.	—	—
	—	*cerasus* L. (Sauerkirsche)	—	—
	—	*acida* (Strauchweichsel)	—	—
		Glaskirschen, Dukes	—	—
	avium L. (Süßkirsche)	—	—	—
	Mahaleb L. (Weichsel)	—	—	—
Euprunus	*nigra* Ait.	—	—	—
	americana Marsh.	—	—	—
	triflora Roxb.	—	—	—
	—	*spinosa* L. (Schlehe)	—	—
	cerasifera Ehr. (Mirobal.)	—	—	—
	Pissardi Carr.	—	—	—
			domestica L. s. l. (Pflaume) (incl. *insititia*)	—
	armeniaca L. (Aprikose)	—	—	—
Padus	—	*Padus* L. (Traubenkirsche)	—	—
	—	*serotina* Ag.	—	—
Laurocerasus	—	—	—	*Laurocerasus* Kirschlorbeer

bauten der Schweiz, in der Bronzezeit Österreichs und Norditaliens gefunden sind. Steine der *oeconomica* sind dagegen erst aus der Römerzeit bekannt; die wilden Formen der ssp. *italica* und *oeconomica* sind nur im Orient, von Mittelasien bis zum Schwarzen Meer und in Vorderasien verbreitet — etwa in denselben Gebieten, die auch an wilden Kirschen beider Gruppen so reich sind; die Vorkommen bereits in Griechenland werden als subspontan angesehen.

Daß die Römer schon eine ungeheure Menge verschiedener Pflaumensorten unterschieden, ist nach dem oft zitierten Worte von Plinius von der „ingens turbe prunorum" bekannt.

Die Mirabellen sind ebenso wie die Myrobalanen in historischer Zeit aus Syrien und Arabien nach Griechenland und Italien gekommen und haben sich erst Ende des Mittelalters über Frankreich nach Deutschland usw. ausgebreitet. Charles de l'Ecluse 1586 berichtet über die ersten Myrobalanen im kaiserlichen Garten in Wien.

Für die Verbreitung der Pflaumen und der Kirschen in Mitteleuropa sind die Klöster und Hofgärten der fränkischen Zeit von Bedeutung gewesen. Später

ist mit einem frischen Import neuer Sorten aus dem Orient zur Zeit der Kreuzzüge zu rechnen. Die intensive Kultur setzt erst im 16. und besonders im 17. Jahrhundert ein. Berühmt wurden dann im 19. Jahrhundert die Züchtungen Luther Burbanks (Literatur bei Jones 1928), der außer der europäischen *domestica* die

Tabelle 57. Chromosomenzahlen von Prunusarten und Kultursorten
Nach Darlington und Kobel (K.)

Pflaumen	n=	2n=
P. amygdalus Stokes	8	
Zierformen	8	
P. persica Stokes	8	
var. Chinese flat peach	8	
„ Earliest of all	8	
„ Darwin	8	
„ Zierform aus Kew	8	
P. Fenzliana aus Kew	8	
P. Lannesiana aus Kew	8	
P. triflora Roxb.		
var. Shiro	8	
P. cerasifera		
rote Myrobalane	8	
var. Marianna	8	
P. insititia (⟷ *domestica*)	24	
var. Cambridge Gage	24	
„ Old Greengage	24	
„ Coes Violet	24	
„ Comte d'Althan	24	
Washington seedling	24	
King of Damson's seedl. selbst	24	
P. domestica var. Jefferson × *cerasifera* var. rote Myrobalane, Slg.		32
P. spinosa Merton	16	
„ „ Sämling	16	
P. insititia v. King of Damsons × *Prunus spinosa* seedling		40
P. persica × *P. amygdalus* seedling		16
P. triflora × *P. persica* seedling		16
P. triflora v. Shiro × *P. cerasifera* var. *Pissardi* seedling		16
P. triflora × *P. Simonii* v. Maynard		16

Darlington 1928, S. 216.
Darlington 1930, S. 66.

Kirschen	n	2n
P. avium		
Rigikirsche		16 K.
Schwarze Herzkirsche		16 „
Noire a grappes		16 „
Prinzessinkirsche		16 „
Bingkirsche		16 „
Hedelfinger Riesenkirsche		16 „
Muttenzerkirsche		16 „
Bigarreau de Schrecken		17
„ Noir de Schmidt		17
„ Noir de Guben		17
Kentish Bigarreau		17
Governor Wood		17
Early purple Guigne		17
Noble		17
P. avium decumana		17
Emperor Francis		18
Bigarreau Napoleon		18
Guigne d'Annonay		18
Bohemian Black Bigarreau		18
Elton (Züchtungen von Knight)		18
Waterloo (Züchtungen von Knight)		19
Knights early Black (Züchtungen von Knight)		19
Black Eagle (Züchtungen von Knight)		19
P. avium nana		24
Sämling C 12		19
P. fruticosa reflexa		32
P. mahaleb seedling		16
P. cerasus und dukes		
Morello		32
Wye Morello, Wildsämling		32
Kentish red A		32
Late Duke		32
May Duke		32
Royal Duke		32
Empress Eugenie		32
Reine Hortense	16 K	32
P. acida salicifolia		32
„ „ *multicarpa*		32
Morello × May Duke Slg.		32
Cerisier Montmorency Pleureur	16 K	
Ostheimer Weichsel	16 „	
Schattenmorelle	16 „	
Montmorency	16 „	
Belle de Montreuil	16 „	
Kaiserin Eugenie	16 „	
Griotte du Nord	16 „	

Darlington 1928, S. 216, 226/27, 230, 235
Kobel 1927, S. 10—18, 1928 S. 927.

Tabelle 58. *Prunus*. Sämlinge und Bastarde nach DARLINGTON 1928

			2n=
Kentish Red A (32) selbst: 2 Sämlinge			32
Wye Morello (32) selbst			32
Empress Eugenie (32) selbst			32
Bigarreau de Schrecken (17)	×	Black Tartarian	16
Governor Wood (17)	×	„ „ (ca. 17)	16
Emperor Francis (18)	×	Governor Wood (17) hoch	16
„ „ (18)	×	„ „ (17) Zwerg	16
Bigarreau Napoleon (18)	×	Bigarreau de Schrecken hoch	18
„ „ (18)	×	„ „ „ Zwerg	16
Elton (10)	×	Wye Morello (32)	?26
Wye Morello (32)	×	Napoleon (18)	23
Bohemian Black Bigarreau (18)	×	Kentish red A (32)	26
Kentish Bigarreau (17)	×	Morello (32) Slg. 1	32
„ „ (17)	×	„ (32) „ 2	24
Emperor Francis (18)	×	Bigarreau Frogmore (16—19?)	32
Guigne de Winkler (?16-19)	×	May Duke (32)	24
Bohemian Black Bigarreau (18)	×	„ „ (32) 4 Slg.	24
„ „ „ (18)	×	„ „ 1 „	25
„ „ „	×	Reine Hortense (32) 4 Slg.	24
Waterloo (19)	×	Black Eagle (19) C 12	19

amerikanischen Spezies *Pr. salicina* und *Pr. Simonii* (apricot-plum) und nicht genannte japanische Arten verwendete.

Er brachte auch sogenannte steinlose Pflaumen heraus, wie sie in Frankreich als „prunes sans noyau" seit dem 17. Jahrhundert bekannt sind. Es handelt sich dabei nicht um parthenokarpe Früchte, sondern um echte samentragende, bei denen aber das Perikarp nicht versteinert, so daß der Same keine harte Schale hat. Die Eigenschaft ist erblich, also wohl eine Mutation.

Von den anderen *Prunus*-Arten, die an der Entstehung der Pflaumen im weiteren Sinne beteiligt sein dürften, sind noch *Prunus cerasifera* und *Pr. spinosa* L. zu nennen.

Prunus cerasifera, die Kirschpflaume (n = 8)

französisch bacarimier, mirobalane, ist trotz äußerer Ähnlichkeit von den hexaploiden *domestica*-Pflaumen als diploide Art streng geschieden.

Es werden drei Unterarten unterschieden:

var. *divaricata* LEDEB., die wilde Art, die von Südwestsibirien und Turkestan westwärts bis zu den Balkanländern spontan (weiter westlich nur verwildert) vorkommt. Nach VORONOV (1925) und EKIMOV (1929) — zusammenfassend dargestellt bei VAVILOV (1931) —, hat sie ihr Mannigfaltigkeitszentrum im Kaukasus und dem anstoßenden Transkaukasien, wo sie mit *Pr. insititia*, mit wilden Äpfeln, Birnen u. a. wälderbildend auftritt.

var. *Myrobalana*, die Myrobalanen, unter welchem Namen die Kultursorten dieser Gruppe zusammengefaßt werden; sie stehen äußerlich den Mirabellen sehr nahe, denen sie auch den Namen gegeben haben.

var. *Pissardi*, die meist als Zierstrauch mit roten Blättern angebaut wird.

Prunus spinosa L., die Schlehe (n = 16)

ist tetraploid. Ihr Verbreitungsgebiet reicht weit nach Westen. Schlehen finden sich in vielen neolithischen Pfahlbauten der Westschweiz in reichlichen Mengen. Im Gegensatz zu den vorigen Arten übersteigt die Schlehe den Kaukasus nicht; sie ist nur in einer besonderen Varietät, *dasyphylla* SCHUR, mit behaarten Blättern in Transkaukasien verbreitet (VAVILOV 1931).

Im Habitus gleicht sie der St. Julianspflaume.

Es sind also folgende Konvergenzen zu beobachten:

Pr. dom. insititia var. *Juliana* ⟷ *Pr. spinosa*
n = 24 n = 16

Pr. dom. insititia var. *cerea* ⟷ *Pr. cerasifera* var. *Myrobalana*
n = 24 n = 8

Diese und andere morphologischen Ähnlichkeiten haben natürlicherweise auf hybridogene Entstehung schließen lassen. Focke sieht *Pr. fruticans* Whs. für eine Kreuzung *spinosa* × *insititia* an. Nach Darlington (1928) hat ein von ihm untersuchter Bastard einer Kultursorte von *insititia* (King of the Damsons) mit *Prunus spinosa* somatisch 40 Chromosomen, 24 + 16. Ihr Verhalten in der Gamogenese ist noch nicht geprüft. Ebenso steht auch die cytologische Analyse von *fruticans* selbst noch aus (Genaueres siehe unten).

Angaben, wie die der Entstehung der grünen Mirabelle aus gelber Mirabelle × *spinosa*, bedürfen experimenteller bzw. cytologischer Nachprüfung. Hegi hält auch die Entstehung der Mirabellen aus der Kreuzung *insititia* × *cerasifera* für möglich.

Es wird für die Pflaumen im weiteren Sinne dasselbe gelten, was Darlington für die Süßkirschen annimmt: daß in der Natur eine starke Bastardierung stattfindet und der Mensch aus natürlich entstandenen Sämlingen durch Selektion die verschiedenen Sorten gewonnen und bis zu einem gewissen Grade isoliert hat. Hierbei werden naturgemäß Eigenschaften wie Dornlosigkeit, Abnahme der Bitterstoffe und die im Kampf in der freien Natur unterliegende Anthocyanlosigkeit Selektionswert besitzen.

Die cytologischen Unregelmäßigkeiten in den hexaploiden Pflaumen sind gering; sie beschränken sich im wesentlichen auf tri- und tetravalente Anordnung in der ersten Teilung, die aber in der zweiten Teilung ausgeglichen wird und zu regelmäßiger Tetradenbildung führt. Auch hier wie bei den Kirschen erfolgt die Degeneration des Pollens erst später (Kobel), ist also in zur Zeit unbekannter Weise plasmatisch bedingt und daher sehr stark von Ernährungsbedingungen abhängig. Diese wiederum werden, da die Pollenbildung der Obstarten sehr früh vor sich geht, wesentlich von inneren Bedingungen bestimmt — Stand am Baum und in der Infloreszenz; die äußeren, speziell Witterung, treten dagegen zurück.

Die geschilderten Bindungsverhältnisse geben zusammen mit der hohen Chromosomenzahl auch hier eine breite Basis für Variation auf Grund chromosomaler Umlagerungen, die wie in anderen hochploiden Formen zu großer Vielförmigkeit geführt haben.

Systematische Kreuzungsversuche zwischen Wild- und Kulturformen zum Zweck der Aufklärungen ihrer phylogenetischen Beziehungen hat Crane in Merton ausgeführt, die im Verein mit den cytologischen Untersuchungen des Materials durch Darlington heute zu festen Vorstellungen über die Entstehung und Entwicklung der Pflaumen geführt haben (Crane 1921, 1923, 1925, 1926, Crane u. Lawrence 1929, 1931, Darlington 1928, 1930).

Besonders wichtig ist die Kreuzung *Prunus domestica* × *cerasifera* (Jefferson × rote Myrobalane) geworden, die aus 750 Bestäubungen einen Rückkreuzungsbastard auf der Mutter lieferte. F_1 hat 32 (= 24 + 8) Chromosomen, F_1R 40. Der Bastard verhält sich in der Reduktionsteilung wie eine tetraploide *Prunus*-Art, d. h. es findet Autosyndese zwischen zwei *domestica*-Sätzen statt: „die beiden diploiden Ahnen konjugieren im Bastard". Die Anschauung wird gestützt durch die Bildung von Quadrivalenten in der Reduktionsteilung von *domestica*. Das beweist, daß die drei Achtersätze von *domestica* untereinander homolog sind.

Erweitert wurde diese Erkenntnis durch die „Bastardkette" *P. domestica* 6n — *Pr. cerasifera* 2n — *triflora* 2n — *persica* 2n — *amygdalus* 2n. In der ganzen Reihe findet vollkommene Paarung statt. Das beweist aber, daß die „haploiden Sätze dieser Arten aus Gruppen von acht Chromosomen bestehen, die alle miteinander homolog sind". Es ist nach dem Ausfall der Kreuzungen von CRANE wohl keine Frage, daß auch *Pr. spinosa* in diese Reihe gehört, wenn auch die Analyse des 40chromosomigen Bastards mit *insititia* noch aussteht.

Damit ist aber der hybridogene Ursprung der hexaploiden Pflaumen als sichergestellt anzusehen.

F. Mandel, Pfirsich, Aprikose

Über Pfirsich, Mandel und Aprikose wissen wir phylogenetisch nicht viel mehr als zu DE CANDOLLES Zeit. Neuer sind nur die Feststellungen über Chromosomenzahl (siehe Tab. 56; alle drei n = 8), Selbstfertilität und Kreuzungsfertilität, sowie weitere, gesicherte pflanzengeographische Angaben. Danach ergibt sich kurz folgendes Bild.

Prunus amygdalus STOKES = *Amygdalus communis* L., die Mandel ist in drei Kulturformen bekannt:

f. *amara*, Bittermandel,
f. *dulcis*, Süßmandel,
f. *fragilis*, Krachmandel,

die beiden ersten bereits bei Ebräern und Griechen bekannt.

DE CANDOLLE gibt als Heimat an Vorderasien vom Kaukasus durch Anatolien bis Syrien. Für den Kaukasus und Transkaukasien ebenso VAVILOV u. a. Andere scheinbar spontane Vorkommen im Mittelmeergebiet (Griechenland, Italien, Nordafrika) und weiteren Ländern des gemäßigten Westasien führt er auf die sehr leichte Naturalisierung der aus Kulturmandelkernen hervorgegangenen Pflanzen zurück, d. h. er sieht sie als verwildert an.

Nach ENGLER (bei HEHN) wächst sie wild in Afghanistan, was von VAVILOV und BUKINICH (1929) bestätigt wird. Ferner gibt POPOV (1929) neuerdings für Zentralasien echt wildes Vorkommen für Kopet Dagh und den westlichen Tian-shan an. Sie wächst hier in Felsschluchten unter xerophilen Bedingungen. Es ist dabei bemerkenswert, daß auch in wildem Zustand bittere und süße Mandeln gefunden werden; alle aber sind hartschalig. Die Form *fragilis* ist also nur in der Kultur bekannt.

In Ostasien und Indien ist (DE CANDOLLE) die Mandel erst eingeführt.

Mithin ist heute spontanes Vorkommen vom Nordrand des zentralasiatischen Hochgebirges über ganz Vorderasien bis Syrien, Kleinasien sichergestellt. Es ist anzunehmen, daß diese wilden Bäume direkt in Kultur genommen sind.

Prunus persica L., Pfirsich

Schon 1855 wies DE CANDOLLE entgegen der herrschenden Ansicht nach, daß der Pfirsich in Ostasien, speziell im mittleren und nördlichen China beheimatet ist. In Origine bringt er weitere Belege für diese Ansicht, die heute weitgehend bestätigt sind. Nach seinen Angaben ist China das Mannigfaltigkeitszentrum der Kulturpfirsiche im heutigen Sinne, zugleich auch der wilden Formen. Es sind hier nicht nur die drei von DECAISNE unterschiedenen Hauptkulturformen *vulgaris* (Pfirsich), *laevis* (Nectarine) und *platycarpa* zu finden, sondern diese auch in allen heute in Europa und Vorderasien in Kultur bekannten Varietäten, ebenso die „Wildarten" *P. Simonii* DEC. und *Pr. Davidii* CARR. Der Pfirsich fehlt demgemäß in der Liste der kaukasischen und turkestanischen Obstarten

bei Vavilov 1931). Dagegen ist er (auch das Folgende nach de Candolle) in China ein uralter Kulturbaum. Bereits um 2000 v. Chr. werden viele Formen unterschieden. Zu Beginn der christlichen Zeitrechnung ist er über die innerasiatischen Hochgebirge auf der alten Kulturwanderstraße nach Buchara, Kaschmir, Persien gekommen, wo ihn 1929 Vavilov-Bukinich als „adventiv" (Pfirsich sowohl wie Nektarine) angeben. Im 1. Jahrhundert n. Chr. erst wird er durch die Römer nach Italien, Frankreich und die übrigen Mittelmeerländer gebracht. Auch die japanischen Vorkommen gehen auf China zurück. Noch leichter als die Mandel keimt und akklimatisiert sich der Pfirsich (charakteristisch dafür die schnelle Verbreitung in Amerika seit dem 17. Jahrhundert, besonders in Kalifornien, ebenso in Südafrika) in ihm zusagenden Klimaten. Die Selbstfertilität des Pfirsichs muß diese Verbreitung begünstigen.

Trotzdem ist bis in die jüngste Zeit der Pfirsich wesentlich durch Pfropfen, nicht aus Samen vermehrt. Erst die morderne Züchtung hat wieder auf diese Quelle der Variabilität zurückgegriffen.

Während de Candolle u. a. in den Nektarinen eine Varietät des Pfirsichs sieht, werden sie von anderen vielfach als Chimaeren gedeutet. Dafür spricht das häufig beobachtete Hervorsprossen von Nektarinen an Pfirsichen, über das Darwin Beobachtungen zusammengestellt hat. Diese Erscheinung als Sproßmutation zu deuten scheint schwierig, solange nicht der Unterschied auf einen einfach mendelnden Faktor zurückgeführt ist. Eine Anzahl Varietäten — so die Blutpfirsiche — gehen sicherlich auf Mutation zurück.

Pr. armeniaca L., die Aprikose,

die botanisch den Pflaumen nähersteht, ist bis ins 16. Jahrhundert hinein immer wieder mit dem Pfirsich vereinigt worden (Fischer-Benzon). Die Angaben der alten Autoren, sie stamme aus Armenien, sind nicht aufrecht zu halten. Als erster ist Decaisne dafür eingetreten (Jardin fruitier, Bd. VIII), daß ihr Verbreitungszentrum in Westchina bis nach Turkestan zu suchen sei, — also anschließend an das des Pfirsichs. Mit diesem sei sie in die Gärten Armeniens eingedrungen, verwildert, und im 1. Jahrhundert n. Chr. von den Römern nach Kleinasien und westwärts verbreitet. Neueste Angaben über spontanes Vorkommen im Tian-shan, in großer Variabilität bringt wiederum Popov (1929); dort finden sich Wildformen mit meist säuerlichen oder bitterlichen Früchten mit großen Steinen. Die kultivierten Sorten daselbst sollen dagegen den nordmandschurischen Formen näherstehen, für deren Vielförmigkeit Skvortzow (1929) neue Beispiele bringt. Auf das Verbreitungszentrum: Ostturkestan-China weist nach Vavilov-Bukinich die Tatsache, daß im südlich an dies Gebiet anstoßenden Afghanistan die Aprikose unter den Kern- und Steinobstarten die verbreitetste und vielförmigste Kultur darstellt. Bestätigung bringt Vavilov (1931).

Mithin verteilen sich die drei Arten von West nach Ost derart, daß in Westasien, von Kleinasien über Transkaukasien bis Turkestan die Mandel, von Ostturkestan bis Westchina die Aprikose, im mittleren und östlichen China der Pfirsich heimisch ist.

Im Anschluß an die letztbehandelten *Prunus*-Arten ist ihrer Bastarde zu gedenken.

Der Bastard Mandel × Pfirsich gelingt zwar nicht leicht, wird aber hier und da erwähnt. Knight stellte die Verbindung *Pr. communis dulcis* L. × *Pr. persica* L. her, die 1817 acht Früchte trug, eine derselben war nach Focke konstant. Auch ähnliche unter dem Namen *Amygdalus persicoides* Ser., Mandelpfirsiche, zusammengefaßte, bereits im Altertum bekannte Formen, dürften nach

Focke echte Bastarde sein. Daniel und Delpont deuten sie, ebenso wie die Nektarinen, als Pfropfbastarde (1913).

Über einen in Kalifornien eingebürgerten, ursprünglich aus Frankreich stammenden Mandel-Pfirsichbastard berichtet Coates (1921). Der Klon ist frohwüchsig (Heterosis) und fertil, als Unterlage für beide Elternarten, aber auch für Pflaumen gut geeignet. Im Gegensatz dazu sind Pfirsich-Mandelbastardsämlinge zweite Generation, die Laxton gezogen hat, nach Darlington (1930) schwächliche Pflanzen, die auch bisher (Aussaat 1912) nicht angesetzt haben; die F_1-Frucht ist fleischig, aber ohne Aroma.

Auch Pflaumen-Aprikosenbastarde werden vielfach beschrieben (Burbank 1921; siehe auch de Vries über Burbank 1907; Jones 1928); sie sind aber nicht sichergestellt. Bemerkenswert ist aber in diesem Zusammenhang, daß unter den amerikanischen Arten *Pr. Simonii*, mit der Burbank viel gearbeitet hat, im Lande „apricot-plum" genannt, im Habitus dem Pfirsich, in der Frucht „der Aprikose oder Nektarine ebensosehr gleicht wie der Pflaume". Die Variationsbreite des Phänotypus dieser Arten überschneidet sich also stark.

Alle diese Beobachtungen gewinnen im Lichte der Darlingtonschen Theorie erhöhtes und erneutes Interesse.

Auch die Deutung der Nektarinen als Bastarde *Pr. armeniaca* × *persica*, die pflanzengeographisch bei dem starken Überschneiden der beiden Verbreitungsgebiete wohl möglich ist, ist heute besonders auf Grund des sichergestellten Spontanvorkommens der Nektarinen jedenfalls nur für die weit zurückliegende Artbildung innerhalb der Gattung im obigen Sinne annehmbar.

Cytologisch gehören Mandel, Pfirsich und Aprikose in die diploide Gruppe der Gattung *Prunus*. Ausnahmen wurden auch unter den Kultursorten nicht gefunden (Kobel 1926, Okabe 1928, Darlington 1928, 1930). Die Reduktionsteilung verläuft normal. Dagegen zeigen Mandel-Pfirsichbastarde vielfach Unregelmäßigkeiten in der Reduktionsteilung (Darlington 1930).

X. Beerenobst

G. Rubus. Himbeere — Brombeere

Rubus: Arechoug 1885/86. Crane u. Darlington 1927. Darrow 1920, 1928. Focke 1910—1914. Hedrick 1925. Hoar 1916. Juzepzuk 1925. Laxton 1874. Lidforss 1914. Longley 1923, 1924. Longley u. Darrow 1924. Millardet 1894. Rosanova 1928.

Himbeere und Brombeere sind schon von den Pfahlbauern gesammelt worden, aber wohl erst im Mittelalter in Kultur genommen. In den Klostergärten wurde zuerst ein Sirup aus Himbeeren hergestellt und Beeren und Blätter beider offizinell verwendet.

Die Gattung *Rubus* gehört zu den formenreichsten Gattungen der nördlichen gemäßigten Zone. Für die Aufklärung der verwandtschaftlichen Beziehungen der Formen — Arten, Varietäten — hat sich als erster Focke mit seinem Blick für genetische Zusammenhänge eingesetzt. Seine Monographie der Gattung *Rubus* (1910—1914) ist daher auch heute noch die Grundlage für jede Bearbeitung dieser Gruppe. Ihm folgt Lidforss, der das Problem von der genetischen Seite experimentell durch methodische Kreuzungen angriff, nachdem in vormendelistischer Zeit Millardet sich daran versucht hatte. Nach dem vorzeitigen Tode von Lidforss ist ein Resumé seiner Arbeiten über *Rubus* in der Z. f. i. A. u. V. (1914) veröffentlicht. In gleicher Weise wurde die Frage in Merton (Crane) bearbeitet.

Mit dem Aufblühen der botanischen Cytologie wird auch die Gattung *Rubus* in Angriff genommen, sowohl in Europa wie in Amerika, dem zweiten großen Verbreitungsgebiet von *Rubus*. Aus der Zusammenarbeit von Experiment und Cytologie (Crane und Darlington, Darrow und Longley u. a.) sind ähnlich wie bei den Obstbäumen wertvolle Aufschlüsse über die Formbildung unserer Kultur-Brom- und Himbeeren gewonnen. Auch die Deutung der vormendelistischen genetischen Versuche von Millardet und Lidfors ist uns heute mit Hilfe der cytologischen Befunde leichter.

Eine Abgrenzung der „Arten" in dieser, wie Focke sich ausdrückt, „grenzenlos hybridisierenden" höchst polymorphen Gattung scheint kaum möglich; welche systematische Bezeichnung die zusammengefaßten Gruppen erhalten, ist deshalb fast gleichgültig. In dem Formenkreis: „Untergattung" *Eubatus* z. B. unterscheidet Focke etwa 15 Hauptarten.

Himbeere und Brombeere sind ursprünglich zirkumpolar verbreitet gewesen. Die Brombeere (Untergattung *Eubatus* Focke) hat sich von dort zu verschiedener Zeit nach Amerika einerseits, nach Eurasien andererseits ausgebreitet. Nach Focke sind als wichtigste reine Arten in der Sectio *Moriferi*: *tomentosus*, *ulmifolius* (*rusticanus*) und *caesius* bereits im Tertiär nach Eurasien vorgedrungen. Spät, etwa im Pliocän, sind die atlantischen Sektionen: *suberecti* und *rhamnifolii* von Nordamerika über England, Frankreich nach Mitteleuropa gekommen. Mit dem Zusammentreffen dieser Gruppen setzt Bastardierung ein, die nach Focke die wesentlichste Rolle in der Artbildung bei *Rubus* gespielt hat. Daneben kommt nach allen Beobachtern aber auch sehr häufig Mutation vor; (besonders Arechoug). Daß ähnlich den Rosen (Täckholm 1921) sich die Formen wenigstens z. T. apogam erhalten, wird heute allgemein angenommen; der sichere Nachweis ist indes noch nicht erbracht. Die Grundlage, auf der die Kultur der Brombeeren sich vollzog, war also eine artenreiche und äußerst stark verbastardierte Formengruppe, sowohl in Europa als in Amerika.

Im Gegensatz dazu geht die Himbeere (Untergattung *Idaeobatus* Focke) in Europa auf nur eine Art zurück (*Rubus idaeus*), in Amerika (nach Darrow) auf drei Arten, von denen *strigosus* die wichtigste ist. Dagegen ist die Himbeere in Südostasien in über 100 Arten bekannt, die zur Zeit noch nicht in die europäischen Kulturen mit einbezogen sind.

Nach Longley ist die Grundzahl der Rubi 7, wie bei anderen Rosaceen. Sowohl die europäische als die amerikanische wilde Himbeere (*idaeus* und *strigosus*) sind diploid. Nach Longley und Darrow sind bei Wild- und Kultursorten in der *Eubatus*-Gruppe (Brombeere) Diploide selten, in *Idaeobatus* (Himbeere) sind sie die Regel. Unter den Kulturhimbeeren finden sich neben diploiden auch tri- und tetraploide. Die Diploiden sind teils einfache Selektionsprodukte aus den wilden, bei denen nach mutativen Merkmalen selektioniert wurde (z. B. Superlative, Magnumbonum, King u. a.) oder Bastarde zwischen solchen.

Die cytologischen Untersuchungen von Darlington nach den Experimenten von Crane zeigen für Brombeeren den Gang der Entstehung neuer Formen in der Gattung *Rubus* auf. Danach spielen neben Faktormutationen (z. B. die Form *inermis* von *rusticanus*) chromosomale Vorgänge eine wichtige Rolle.

Bastardierung ist möglich zwischen sehr entfernten Arten, aber oft schwer. Es hat sich gezeigt, daß bei verschiedener Chromosomenzahl der Eltern fertile Bastarde nur aus unreduzierten Eiern hervorgegangen sind (Crane u. Darlington 1927) — ein Vorgang, der natürlich sehr selten eintritt — aber dann, eben durch die Fertilität, zur Entstehung neuer Formen führt (z. B. Laxtonberry, ebenso wie in *Pr. cerasus*, siehe S. 305).

Tabelle 59. Chromosomenzahlen bei *Rubus*
Nach Longley u. Darrow 1924; Longley 1924; Crane u. Darlington 1927

I. Idaeobatus, Himbeeren	n =	2n =	
Arten:			
illecebrosus	7		L. D.; L.
lasiostylus	7		L. D.
coreanus	7		L. D.
phoenicolasius	7		L. D.
adenophorus	7		L. D.
innominatus	7		L. D.
mesogaeus	7		L. D.
strigosus	7		L. D.
idaeus L. var. *canadensis* Rich.	7		L.
subarcticus Rydb.	7		L.
occidentalis L.	7		L.
triphyllus Thunb.	7		L.
3 Bastarde	7		L.
odoratus L.	7		L.
deliciosus		21	L.
Kultursorten, Arten und Bastarde:			
lasiostylus dizygos × *R. idaeus* = Superlative	7		L. D.
coreanus × *strigosus* = Newman	7		L.
innominatus × *idaeus* = Superlative	7		L. D.
innominatus × (*idaeus* × *strigosus*) = Cuthbert a	7		L. D.
occidentalis = Cumberland	7		L. D.
Farmer	7		L. D.
Gregg	7		L. D.
occidentalis × *idaeus*	7		L. D.
„ × „ Royal	7		L. D.
(*occidentalis* × *idaeus*) × *strigosus* = Cardinal	7		L. D.
do.	7		L. D.
occidentalis × *strigosus*	7		L. D.
idaeus Lloyd George	7		L. D.
Magnum Bonum	7		L. D.
La France	14		L. D.
Merveille Rouge	14		L. D.
„ de 4 saisons	14		L. D.
Surpasse Merveille a blanc	14		L. D.
All summer		21	L. D.
White Queen		21	L. D.
idaeus × *strigosus*	7		L. D.
„ „ La France × Ranere		21	L. D.
„ „ Erskine		21	L. D.
strigosus Eaton	14		L. D.
King	14		L. D.
Newman	14		L. D.
Ranere	14		L. D.
idaeus ♂-Sämling aus Superlative	14		L. D.
„ ♀- „ „ „	14		L. D.
Mahdi = *idaeus* (2 n) × *rusticanus* (2 n)		21	L. D.
Veitchbeere = *strigosus* (2 n) × *rusticanus* (2 n)		28	L. D.
Loganbeere = *ursinus* × *strigosus* 2 n		42	L. D.
Loganbeere (6 n) × *neglectus* (2 n)		28	L. D.
Loganbeere (6 n) × *niveus*		28	L. D.
Laxtonbeere = Loganbeere (6 n) × *idaeus* (2 n)		49	L. D.
Schwestersämling 50/1		49	L. D.

Tabelle 59. *Rubus* (Fortsetzung)

II. Eubatus, Brombeeren	n =	2n =	
Arten:			
rusticanus inermis	7		C. D.
thyrsiger	14		C. D.
rusticanus inermis × *thyrsiger* 2)		21	C. D.
3)		21	C. D.
4)	14		C. D.
neglectus	7		C. D.
laciniatus	14		C. D.
allegheniensis	7		L.
frondosus	7		L.
tetosus	7		L.
argutus	7		L.
villosus (!)	7		L.
caesius turkestanicus	14		L.
corylifolius	14		L.
22 Arten		21	L.
viele Bastarde		21	L.
villosus (s. oben!)		35	L.
plicatifolius		35	L.
7 Arten		42	L.
4 Bastarde		42	L.
ähnlich *hispidus*		56	L.
Sorten:			
proceros var. *Himalaya Berry*		49	C. D.

Da alle Himbeer- × Himbeerbastarde diploid sind, so führen Longley und Darrow (1924) alle polyploiden auf die Kreuzung Himbeere × Brombeere zurück. Die polyploiden Himbeeren gehören in Europa zu den besten Herbstträgern und werden deshalb jetzt in die amerikanischen, die ja in ihrem Wildbestande vielförmiger sind, eingekreuzt. Die genannten Autoren vermuten auch *R. caesius*-„Blut" in den Kulturhimbeeren. *R. caesius* (die Kratz- oder Rahmbeere) ist tetraploid und blüht gleichzeitig mit der Himbeere, während die Brombeeren um mehrere Wochen später blühen.

Die wenigen tetraploiden Himbeeren (La France, Merveille rouge u. a.) können aber auch, ebenso wie die tetra- und hexaploiden Brombeeren, auf Chromosomenverdopplung — ohne oder nach Bastardierung zurückgeführt werden.

Die Bastarde zwischen Brombeere und Himbeere spielen heute in der Kultur eine große Rolle. In der amerikanischen Literatur werden sie als „dewberries" bezeichnet. Die bekannteste ist die hexaploide Loganbeere. 1881 von I. H. Logan in Santa Cruz (Kalifornien) als Spontanbastard gefunden, wurden als Eltern die in der Nähe wachsenden Sorten Aughinbough und Red Antwerp angesehen. Der Brombeerelter ist eine Selektion aus *R. ursinus* var. *vitifolius* (tetraploid); der Himbeerelter eine Selektion aus *R. strigosus*.

Die Loganbeere ist aber fast konstant, und zwar dem *ursinus*-Elter ähnlich; Himbeeren sind in der Nachkommenschaft nie aufgetreten; man hat sie daher längere Zeit für eine eigene Art gehalten, oder mit Hedrick (1925) für eine Mutation aus *ursinus*.

Crane und Darlington, die eine genetische und cytologische Analyse der Loganbeere durchgeführt haben (1927), finden indes die erste Annahme bestätigt. Sie nehmen an — in Analogie zu direkt beobachteter Entstehung entsprechender fertiler Bastardformen, daß die Loganbeere entstanden ist aus der Befruchtung

des tetraploiden *ursinus* mit dem diploiden *strigosus* (14 + 7) und nachfolgende Verdoppelung —, womit einerseits die Fertilität erklärt wäre, andererseits die Unterdrückung der Himbeercharaktere durch den vierfach vertretenen Brombeersatz.

Zusammenfassung:

Bei der Entwicklung der Kulturhimbeeren und -brombeeren haben mitgewirkt:

1. Faktor- oder Gen-Mutation wilder Arten — durch Selektion festgehalten — (meist diploid),
2. Chromosomenverdoppelung bei wilden Arten,
3. Bastardierung; hierbei
   a) fertile Bastarde,
   b) sterile Bastarde; aber der Bastard wird fertil, wenn der Chromosomenbestand ausbalanciert wird. Dies kann geschehen
      I. durch nachträgliche (somatische) Verdoppelung der Chromosomenzahl (Hexaploidie usw.),
      II. dadurch, daß ein unreduziertes (diploides) Ei von einem normal reduzierten (tetraploiden) Pollenkorn befruchtet wird (Tetraploidie).

Auf diese Weise ist das Nebeneinanderbestehen von 2-, 3-, 4-, 6- und 7-ploiden Rubi zu erklären, siehe Tabelle 59.

H. Ribes. Johannis- und Stachelbeere

Ribes: Bunyard 1916. Darlington 1928, 1929. Hedlund 1907. Himmelbaur 1912. Janczewski 1900, 1907, 1909. Killermann 1919. Lorenz 1929. Meurman 1928. Tischler 1906, 1927, 1928. Wein 1914. Zacharias 1912.

Johannis- und Stachelbeere gehören als Kulturpflanzen zu den jüngeren; das Altertum, Griechen und Römer haben sie auch wild nicht gesammelt. Aber selbst in Mittel- und Nordeuropa, wo die wichtigsten Arten sicher einheimisch und verbreitet sind, werden sie nur selten und erst spät, Mitte des 16. Jahrhunderts erwähnt (Killermann 1919, Bunyard 1916); so wird *R. Grossularia* zwar im 12. Jahrhundert bereits genannt, aber auch in den Kräuterbüchern am Ausgang des 16. Jahrhunderts nur selten als Kulturpflanze. Das gleiche gilt für *rubrum* und *nigrum*. Die Kultur hat ihren Ausgang von Belgien und Nordfrankreich genommen.

Die für die europäischen Kultursorten wichtigsten Arten: *Grossularia*, *rubrum* mit *vulgare*, *petraeum* und *nigrum* sind alle im nördlichen Teil der nördlich-gemäßigten Zone zu Hause, haben aber verschiedenes Verbreitungsgebiet.

Die Stachelbeere. *R. Grossularia* ist heimisch im ganzen eurasischen Gebiete bis nach China, im südlichen Teil (Mediterrangebiet, Westasien) auf die montane Stufe beschränkt. Kultur, bei meist vegetativer Vermehrung, hat bis ins 19. Jahrhundert sicher nur in Auslese wilder Pflanzen bestanden, sind doch Mitte des 18. Jahrhunderts erst fünf Sorten bekannt (Hegi). 1705 wurde in England die amerikanische Gebirgsstachelbeere eingeführt, *R. oxyacanthoides* L. (*irriguum*), die in Amerika bereits eine größere Reihe von Kulturrassen geliefert hatte — sicherlich dort schon mit importierten europäischen Sorten verbastardiert, was sie mit Leichtigkeit tut.

1748 wird sie auch nach Deutschland eingeführt und ist seither bewußt und unbewußt zur Verbesserung der einheimischen Kultursorten verwendet worden. Ihre Rolle als Erbträger der Mehltau-Immunität im Gegensatz zu den anfälligen europäischen Arten (*Sphaerotheca Mors uvae* um 1900 in Europa eingeschleppt), kann sich erst in den neuesten Züchtungen auswirken.

Tabelle 60. Die in der Gattung *Ribes* cytologisch untersuchten Arten und ihre Bastarde. Alle n = 8 2n = 16

Sectio Berisia			
R. orientale ♀ Desf.		M	
saxatile ♂ Pall.		M	
alpinum		M T	
Sectio Ribesia			
aureum Pursh.		M T D	
„ var. *chrysococcum*		M	
tenuiflorum Lindl.		M	
odoratum Wendl.		M	
sanguineum Pursh		M T D	
americanum Mill.		M T	
nigrum L.		M T D	
rubrum L.		M T	
multiflorum Kit.		M	
petraeum		T	
inerme			
cereum		T	
Sectio Grossularioides			
R. lacustre Poir.		M T	
Sectio Grossularia			
leptanthum Gray		M	
niveum		M	
setosum		T	
oxyacanthoides L.		M D	
divaricatum		T	
Grossularia L.		T D	
pinetorum		T D	
glutinosum		T D	
Ribesia × *Ribesia*-Bastarde			Red.Tlg.
rubrum × *petraeum*	= *holosericeum* O. S. Dietr.	M	regulär
petraeum × *rubrum*	= *pallidum* Himm.		„
sanguineum × *aureum* (od. *odoratum*?)	= *Gordonianum*	T M D	irregulär
nigrum × *rubrum*	= Krz. I. V.		
„ × *aureum*	„ „ „		
niveum × *inerme*	= *robustum* Jancz.	M	regulär
multiflorum × *petraeum*	= *urceolatum* Tausch.	M	„
Grossularia × *Grossularia*-Bastarde:			
Grüne Riesen (Gross.) × *pinetorum*	= Krz. I. V.	M	„
divaricatum × *Grossularia*	= *innominatum* Jancz.		
Ribesia × *Grossularia*-Bastarde u. rez.			
niveum × *divaricatum*	= *succirubrum*	M	„
succirubrum × *Goldkugel*	= Krz. I. V.		
Grossularia × *sanguineum*	= *R. fontenayense*		
sanguineum × *Grossularia*	= Krz. I. V.		
glutinosum × *nigrum*	= *Carrierii* Schn.	M	irregulär
nigrum × *Grossularia*	= *Culwerwellii* Mef.	M	„
„ × *irriguum*	Krz. I. V.		
„ × *succirubrum*			
„ × *gracile*			
„ × *oxyocanthoides*			

T = Tischler 1927, Planta; 1928, Z. f. ü. A. u. V., Suppl. II.
D = Darlington 1929, Genetica.
M = Meurman 1928 Hereditas.
I.V. = Krz. d. Inst. f. Vererbforsch. Dahlem. Vorl. Mitt. Lorenz 1929, Züchter 1.

Bei der Stachelbeere ist als besonderer Typ die züchterisch wichtige stachellose Beere zu nennen, die zuerst um 1860 in Deutschland genannt wird (Souvenir de Billard). Sie verdankt ihre Entstehung wahrscheinlich der Kreuzung und ist als Rezessivtyp anzusehen — mehr oder weniger stachellose Formen treten in größeren F_2 usw. von Artkreuzungen gewöhnlich auf (Lorenz), ebenso wie in *Rubus*.

Die Johannisbeeren. *R. rubrum* (L.) und die ihr nahe verwandte *R. vulgare* Lam. sind in der nördlich gemäßigten Zone der Alten und Neuen Welt verbreitet; für Mitteleuropa ist das Indigenat schon zweifelhaft. Sie sind vielleicht besser nur als geographische Rassen von *rubrum* s. l. anzusehen, *vulgare* im westlichen (Belgien, England, Frankreich), *rubrum* s. str. im östlichen Teil verbreitet.

In den Hoch- und Mittelgebirgen Mittel- und Südeuropas tritt an ihre Stelle *Ribes petraeum* Wulfen mit gleichfalls roten Beerentrauben. Diese drei (oder zwei) Arten dürften am Aufbau unserer roten und weißen Johannisbeeren beteiligt sein, wozu nach Janczewski in Nordamerika noch *R. propinquum* kommt.

Auch die Johannisbeeren werden erst spät und zwar im 15. Jahrhundert als Gartenpflanzen genannt und abgebildet; sie sind wie die Stachelbeere in Belgien und Nordfrankreich — dort also sicher zunächst aus *R. vulgare* selektioniert — in Kultur genommen.

Endlich ist noch *Ribes nigrum* L., die schwarze Johannisbeere, zu nennen, die ihres strengen Aromas wegen mehr zu Wein, Saft, Gelee usw. verarbeitet, als roh gegessen wird. Für *R. nigrum*, heimisch im Waldgebiet Mittel- und Nordeurasiens, von Frankreich bis nach China, südlich bis zum Himalaya, ist das Indigenat in Mitteleuropa unsicher, in Südeuropa kommt sie sicher nur kultiviert vor. Ebenso wie die vorigen wird sie seit dem 16. Jahrhundert genannt.

Die in neuerer Zeit (Popov, Vinogradoff) für Zentralasien angegebenen „Verbreitungszentren" von *Ribes*-Arten dürften bei der späten Inkulturnahme im westeuropäischen Kulturkreis für die Variabilität unserer Kultursorten keine Rolle spielen.

Cytologie und Genetik

Nach den Untersuchungen von Tischler (1929a u. b), Darlington (1928, 1929), Meurman (1928) haben alle (28) untersuchten wilden Arten und kultivierten Formen somatisch $2n = 16$ Chromosomen. Die Chromosomenkomplemente der verschiedenen Arten sind sich sehr ähnlich, z. T. nur verschieden in der Größe. Trotzdem sind die Bastarde nur z. T. fertil, z. T. selbst innerhalb der Sektionen fast oder völlig steril; in manchen Kombinationen sehr schwer oder gar nicht zu erzielen; vielfach keimen die Samen nicht (Lorenz 1929).

Daß die Arten der Sektion *Grossularia* sich leicht kreuzen und daher Bastarde in unseren Kultursorten vertreten sind, wurde bereits erwähnt.

Über weitere gelungene Kreuzungen verschiedener Kombinationen aus dem Institut für Vererbungsforschung in Dahlem (noch unveröffentlicht) siehe eine vorläufige Mitteilung von P. Lorenz (Züchter 1, 1929).

Die cytologische Analyse der Bastarde ist vor allem von Meurman durchgeführt. *Ribes* ist eines der wenigen Beispiele für ganz einheitliche Chromosomenzahl innerhalb der Kulturpflanzen — was bei den vielfachen Störungen in der Reduktionsteilung, Bildung von Dyaden, diploiden Gameten?, auffallend ist (siehe Tab. 60).

I. Fragaria — Erdbeere

Fragaria: Bunyard 1914. de Candolle 1882, S. 161. Correns 1901, 1923. Darrow 1916, 1925, 1927a u. b, 1929a u. b. Decaisne 1762—1775. Duchesne 1766. East 1928. East u. Mangelsdorf 1927. van Fleet 1919. Fletscher 1915, 1917. Giard 1903.

Hedlund 1910. Hegi Bd. IV, 2. Ichijima 1926. Kihara 1926. Kuhn 1930. Longley 1926. Longworth 1846. Mangelsdorf and East 1927. Millardet 1894. Miller 1759. Popenoe 1921a u. b. Richardson 1914, 1918, 1920, 1923. Rudloff 1930. Schiemann 1931. Solms Laubach 1902. Strasburger 1909. Sturtevant 1888. Vilmorin 1762, 1898. Waldo u. Darrow 1928. Yarnell 1929. Zacharias 1903.

Über die Abstammung unserer Kulturerdbeeren sehen wir heute ziemlich klar. Die Gattung *Fragaria* bildet eine polyploide Reihe, die auf die Grundzahl 7 aufgebaut ist und auf die sich die Arten folgendermaßen verteilen:

Tabelle 61. Chromosomenzahlen bei Fragaria

diploid n = 7	hexaploid n = 21	oktoploid n = 28
vesca L.	*elatior* Ehrh.	*virginiana* Ehrh.
collina Ehrh.		*chiloensis* (L.) Ehrh.
Daltoniana J. Gay		(*glauca* Ryde.)
nilgerrensis Schlecht. . .		
americana Britton . . .		
mexicana Schlecht. . .		
californica Cham. u. Schl.		
bracteata Heller		

Natürliche tetraploide Formen sind unbekannt, aber auch experimentell ist bisher nur eine einzige tetraploide Pflanze aus der Kreuzung *Fr. bracteata* × *Helleri*, beide diploid, hervorgegangen (Mangelsdorf-East 1927).

Pflanzengeographisch verteilen sich diese drei Reihen in der Weise, daß die Diploiden zumeist europäisch-asiatisch sind und in einzelnen Vertretern: *americana* (inkl. *bracteata*) und *mexicana* heute von einigen Forschern als indigen nordamerikanisch, von anderen als neuzeitlich importiert und akklimatisiert angesehen werden. Die hexaploide *Fr. elatior* ist mitteleuropäisch und findet sich nur zerstreut. Beide Reihen gehören der nördlichen gemäßigten Zone an. Oktoploide Formen sind wild nur in Amerika bekannt, und zwar ist *Fr. virginiana* in der mittleren gemäßigten Zone des östlichen Nordamerika heimisch, *chiloensis* dagegen pazifisch, und zwar in Chile an den sandigen Ufern verbreitet, daher „beach strawberry" genannt. Neuerdings gibt Darrow sie auch als indigen für die pazifische Küste von Kalifornien bis Alaska an. Hierfür bedarf es noch genauerer Studien. Bei dieser geographischen Verteilung der Arten ist es natürlich, daß die europäischen Formen zuerst in Kultur genommen sind, und zwar allem Anschein nach zuerst *Fr. vesca*.

Fr. vesca L., Walderdbeere

Die Erdbeere wird bereits seit dem 14. Jahrhundert in Frankreich kultiviert (Bunyard 1914). In England ist sie als Kulturgewächs zuerst in „Mayster Jon Gardener" erwähnt, einem englischen Gedicht, dessen Abschrift spätestens aus dem Jahre 1440 stammt. Die älteste Abbildung findet sich 1454 als *Fragaria* in Mainz' Herbarius. Indessen ist sie in dieser Zeit und bis ins 16. Jahrhundert hinein wohl meist nur wild gesammelt; so wird sie bei Shakespeare bei Richard III. und 1530 noch für Henry VIII. als wild erwähnt.

Erst Ruelluis 1556 nennt sie wieder unter den Gartenpflanzen und hebt die bedeutendere Größe und Variabilität bei Kultur hervor. Ende des 16. Jahrhunderts hat sie sich in den englischen Gärten stärker ausgebreitet und Gérarde (1597) nennt drei Varietäten: rot, weiß und (selten) grün[1]).

1) Wohl *muricata*; das ist eine Chloranthie, die nach Decaisne sowohl bei *vesca* als bei *elatior* und *grandiflora* vorkommt (dort auch eine Abbildung).

Folgen wir der *Fr. vesca* bis in die Gegenwart hinein, so zeigt sich, daß bei der starken Variabilität, die diese bodenvage (euryoecische) Form aufweist, die meisten Eigenschaften züchterisch irrelevant gewesen sind. Die vielen in der botanischen Literatur beschriebenen Formen haben in der Kultur kaum einen Selektionswert; sie betreffen Blütengröße und -farbe, Beeren-, Kelch- und Blattform. Züchterisch wichtig sind nur drei Variationskreise geworden. Die erste ist die schon bei GÉRARDE genannte Variation der Farbe: weiße Beeren sind seither

Abb. 87. Blüten oktoploider Erdbeeren.
Von links nach rechts. *Fragaria* Kulturform ♀, *Fr. chiloensis* ♂, *virginiana* ♀, Kulturform ♀ (auf $^2/_3$ verkleinert).

Abb. 88. Blüten diploider Erdbeeren (auf $^2/_3$ verkleinert). *vesca*-Gruppe.

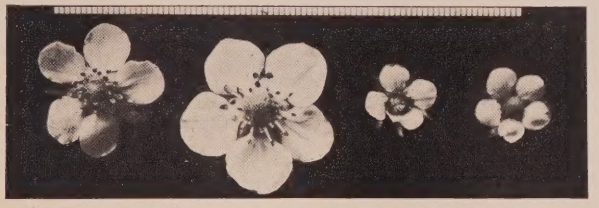


Abb. 89. Blüten pentaploider Bastarde,
teils vom Oktoploid-, teils vom Diploidtypus; steril (auf $^4/_5$ verkleinert).

verschiedentlich — anscheinend mutativ aufgetreten, und da sie, wie RICHARDSON (1914) experimentell sichergestellt hat, einfach rezessiv sind (70 rot : 20 weiß), konstant geblieben. Auch „gelbfrüchtige" sind bekannt.

Var. *semperflorens*, Monatserdbeere.

Dagegen hat die Fähigkeit der *Fr. vesca*, zu remontieren, die der var. *semperflorens* ihren Namen gegeben hat, einen äußerst hohen züchterischen Wert, und sie ist es vor allem, die der *Fr. vesca* einen Platz in der Kultur gesichert hat: als „remontierende Monatserdbeere" (everbearing). Über die Geschichte der remontierenden Erdbeeren sind wir durch H. DE VILMORIN orientiert (s. auch

Vilmorin 1898). Um 1760 wurde sie unter dem Namen „fraisier des Alpes oder des mois" in Frankreich eingeführt und verdrängte die ursprüngliche *vesca*-Kultursippe „le fressant", die in der Umgegend von Paris angezüchtet, bei Montreuil im großen für den Pariser Markt gezogen wurde, den sie zu Decaisne's Zeit fast allein deckte. Die Eigenschaft des Remontierens war seit 200 Jahren bekannt; sie wird bei Hieronymus Bock und Conrad Gessner erwähnt; Caesalpinus gibt als Standort „in alpibus Bargeis visum" an. Darauf erfragte sie Duchesne 1764 — bei Bargemon in den Provenzalischen Alpen; sie wurde ferner am Mt. Cenis gefunden und kam von Turin (also wohl dies letztere Vorkommen) nach England, von da nach Holland und schließlich nach Deutschland (vgl. den Weg von *elatior* und *grandiflora*).

Die ältesten Kultursorten in Frankreich sind Janus, Belle de Meaux, Souvenir de Bossuet u. a. Nach Vilmorin ist die Eigenschaft samenbeständig, also wohl auch rezessiv; die Sorten werden daher meist durch Samen, nicht vegetativ vermehrt. Andererseits ist die Eigenschaft, soweit überhaupt Kreuzungsmöglichkeit besteht (s. unten), züchterisch verwertbar. Sie ist anatomisch begründet; die *semperflorens* produziert von April bis September blühende Sprosse, da auch die Herbsttriebe der Hauptachse und die Ausläufertriebe im gleichen Jahre zur Blüte kommen, während die gewöhnliche *vesca* nur einmal blüht. Über die Knospenentwicklung siehe bei Waldo 1930.

Aus der alpinen *semperflorens* ist 1748 zum erstenmal, später dann noch öfter, so nach Fletscher (1917, S. 139) 1811 von M. Labaude in Gaillon (Alpen) gefunden, eine rankenlose Form *efflagellis* hervorgegangen (Busch-Alpenbeere), die als rasenbildende Form in Kultur Verwendung fand und sich gleichfalls als erblich erwies. Die Kulturformen von *Fr. vesca* sind demnach natürliche, mutativ entstandene Varietäten.

Fr. elatior Ehrh., Moschuserdbeere

Neben *Fr. vesca* tritt in der Mitte des 17. Jahrhunderts *Fr. elatior* in der Kultur auf, besonders in Frankreich. Ihren deutschen Namen Moschus-, Zimmt- oder Muskatellererdbeere verdankt sie dem sehr eigenartigen Aroma ihrer Beeren, Marc Ewen (zit. nach Decaisne) sagt von ihr: Was die Muskatellertraube unter dem Wein, sind die „caprons" unter den Erdbeeren. Diesen ihren französischen Namen aber verdankt sie der stark ausgeprägten Getrenntgeschlechtigkeit; man bezeichnete die ♂ Stöcke als „caprons".

Wie bei *vesca* hat auch bei *elatior* besonders die Neigung zu remontieren zu weiterer Auslese geführt, ohne daß im eigentlichen Sinne gezüchtet wurde. C. Bauhin nennt sie bereits unter den Gartenformen. Beste alte Sorten sind in Deutschland: Die Vierlander Erdbeere, in Frankreich Belle Bordelaise, in England Black Hautbois und Royal Hautbois, alle getrenntgeschlechtig, und die als zwittrig beschriebene Prolific.

Fr. collina Ehrhardt (*Fr. viridis* Duch.), Knackelbeere

Nur unverhältnismäßig gering ist dagegen die Rolle, die *Fr. collina* in der Kultur gespielt hat; 1597 bei Gérarde findet sie Erwähnung; sie wurde in England als „Greene strawberry" gebaut; im 17. Jahrhundert hat sie nach Zwinger eine gewisse Verbreitung in der Schweiz gehabt.

Mit dem Jahre 1624 setzt mit der Einführung der

Fragaria virginiana Duch.

aus Amerika eine neue Epoche in der Erdbeerkultur ein. 1623 wird die Pflanze in einem englischen Gartenkatalog (nach Hegi), 1624 von I. und V. Robin, den

Botanikern von Louis XIII., aus Gärten genannt und (nach Decaisne) für Paris angegeben, 1656 erwähnt sie Tradescant. Mit ihr haben die großfrüchtigen amerikanischen, oktoploiden Arten ihren Einzug in Europa — und damit in die Erdbeerkultur gehalten. Doch beschränkt sich etwa 100 Jahre lang die Züchtung auf Isolierung der durch Samenaussaat gewonnenen, nur verhältnismäßig wenig voneinander abweichenden Sippen; die ältesten gingen unter dem Namen Little scarlet, écarlate, Scharlachbeere.

Ihr folgte 1712 die sehr groß- und hellfrüchtige

Fr. chiloensis Duch.,

die ein französischer Offizier namens Frézier in fünf Exemplaren aus Conzeption bei Chile nach Brest mitbrachte und späterhin nach Paris und Holland verteilte. Die Pflanzen erwiesen sich alle als weiblich; es mußten deshalb ♂- und ♀-Stöcke der *Fr. virginiana* und *elatior* dazwischen gepflanzt werden. Später sollen dann auch ♀-Stöcke aufgetreten sein. 1727 bringt Philip Miller einige Pflanzen von *chiloensis* aus Südfrankreich nach England. Sie hat sich aber nur geringer Beliebtheit erfreut, da sie nur schwer in Europa gedeiht; und 1766 berichtet Duchesne, daß man sie wegen ihrer großen Sterilität nicht mehr kultiviere.

Das Auftreten ♀-*chiloensis*-Pflanzen in späterer Zeit dagegen dürfte, wie schon Duchesne und nach ihm Solms-Laubach annehmen, auf das Vorkommen einzelner fertiler Antheren an Stelle der Staminodien zurückzuführen sein (siehe unten Geschlecht). *Fr. chiloensis* gehört zu den in der Gattung *Fragaria* sehr häufigen Arten, bei denen die Geschlechtstrennung morphologisch und physiologisch nicht scharf durchgeführt ist. Die von Duchesne in Trianon einmal ohne Bestäubung erzielte Frucht war eine jener anormalen Beeren mit nur vereinzelten Auswüchsen des Receptaculums unterhalb der vereinzelten entwickelten Nüßchen (nubbins der Amerikaner); vgl. Abb. 90. Daß *Fr. chiloensis* auch im wilden Zustand eine starke Sterilität aufweist, wird verschiedentlich bestätigt (so von Darrow, Valleau). *Chiloensis* selbst eignete sich also in keiner Beziehung für die Kultur in Europa; so ist es nicht verwunderlich, daß sie in mehr als 100jähriger Kultur in Europa nur ganz wenige Varietäten gezeitigt hat. 1824 (bei Barnet) sind nur zwei Varietäten von verschiedener Farbe bekannt — rot- und weißfrüchtig.

Um die Mitte des 18. Jahrhunderts erscheint — „wie das Mädchen aus der Fremde" — in Holland die „Ananas-Erdbeere". Ihre Herkunft war unbekannt; die Angabe „von Carolina" oder „von Surinam" darf wohl nur als Reklamebezeichnung gewertet werden. 1750 kam sie nach Frankreich; 1759 brachte sie Miller aus Holland nach England, wo sie unter dem Namen „Pines" weitergebaut wurde (siehe Abbildung in Gardeners dictionary, 1759 Taf. 288). 1764 wird sie in Aachen genannt und hat dann in schnellem Siegeszug Europa erobert; 1790 ist sie in Amerika eingeführt. Die verschiedenen erstauftauchenden Formen „Bath, Old Pine, Carolina, Patagonia, Ananassa" waren einander nicht ganz gleich, alle aber sehr ähnlich und wurden von Ehrhardt (1792) unter dem Namen

Fr. grandiflora Ehrh.

als eine Art zusammengefaßt.

Es besteht heute wohl kein Zweifel, daß die Deutung dieser „Art" als Bastard *chiloensis* × *virginiana*, die bereits 1766 von Duchesne gegeben wurde, zu Recht besteht. Wie bereits erwähnt, waren die ersten, von Frézier mitgebrachten fünf *chiloensis*-Pflanzen alle weiblich. Von ihrer geringen Fertilität (auf die noch zurückzukommen sein wird) abgesehen, mußten die für Absaat verwendeten Samen jedenfalls aus Kreuzung mit einer anderen oktoploiden Form hervorgegangen sein — es bleibt als Pollenelter demnach nur *virginiana*.

Die Möglichkeit, daß auch *elatior* in die Kreuzung eingegangen sein könnte, ist vielfach erwogen worden und z. T. durch „sichere" Angaben bestätigt. Nach Duchesne (S. 187) ist *Fr. chiloensis* leicht durch *elatior* zu bestäuben; er sagt, daß er selbst durch *elatior* an den ♀ Pariser Pflanzen Früchte erzeugt habe. Alle exakten späteren Versuche haben aber stets nur sterile Reihenbastarde ergeben (siehe Zusammenstellung aller Versuche bei Schiemann 1931), so daß die Annahme, daß auch *Fr. elatior* in der Entstehung unserer großfrüchtigen Erdbeeren eine Rolle gespielt habe, ganz fallen gelassen wurde. Neuerdings treten aber Waldo und Darrow (1928) für diese Möglichkeit wieder ein, nachdem sie in einer großen, sonst sterilen F_1 (Anzahl ist nicht angegeben) sieben fertile Bastarde aus *virginiana* ♀ und *elatior* ♂ (als Bastarde durch Patroklinie kenntlich) gewonnen haben. Über diese Kreuzung liegt indessen erst eine so kurze Mitteilung vor, daß weitere Einzelheiten darüber abgewartet werden müssen, ehe dieser bisher einzigartige Fall phylogenetisch ausgewertet werden kann.

Mit dem Erscheinen der Ananas-Erdbeere und ihrer Deutung durch Duchesne setzt nun eine intensive Kreuzungszüchtung ein, bei der vor allem Andrew Knight in England führend gewesen ist. Ihm folgte Michael Keen, der aus Samen der Large White Chili zuerst Keens Imperial und aus dieser 1821 Keens seedling gewann, die noch heute in England gebaut wird. Seit dieser Zeit sind die beiden Ausgangssorten von den verschiedensten Standorten und in verschiedenen Varietäten sowohl in der Alten als in der Neuen Welt miteinander gekreuzt — und durch weitere Auslese „veredelt" worden. Diese Auslese betraf, soweit sie sich bewußt vollzog, die wirtschaftlich wichtigen Eigenschaften: Größe, Aroma, Marktfähigkeit usw. Daneben geht aber eine Umzüchtung, die sich unbeabsichtigt — durch Auslese auf Ertrag als Sekundärergebnis — vollzog, eine Umzüchtung auf den Geschlechtstypus.

Untersuchungen über den

Geschlechtstypus bei Fragaria

haben ausgeführt: Correns (1923), Darrow (1925—1929), Richardson (1914 bis 1923), Schiemann (1931) (vgl. auch Kuhn 1930).

Es war lange bekannt, daß die Weibchen unter den Erdbeeren vollfertil waren, die zwittrigen Stöcke dagegen in sehr verschiedenem Maße steril, ja so gut wie nie als „heavy bearers" bezeichnet werden konnten (Abb. 90). Bereits 1845 stellte Longworth statistische Untersuchungen über den Ansatz der amerikanischen Kultursorten an; das Resultat bestätigte die oben erwähnte Beobachtung, und es wurde deshalb von Longworth für die Praxis die Parole ausgegeben, die Zwitter nur als Pollenpflanzen anzubauen, während sie bisher annähernd gleichviel verwendet wurden (zit. nach Darrow 1925). Eine genaue Untersuchung ergab, daß von den morphologischen Zwittern etwa $\frac{1}{3}$ weiblich steril war, also physiologisch rein männlich (hierzu Schiemann 1931). Bei den restlichen $\frac{2}{3}$ betrug der Ansatz nur 2—43 % mit stark ausgesprochenem Maximum zwischen 2 und 15 %. Die Mehrzahl der morphologischen Zwitter war also physiologisch ganz oder fast ganz diözisch. Erst Valleau (1918) und Darrow (1925) haben derartige Statistiken wiederholt. Es ergab sich — wie aus der heutigen Erfahrung in der Kultur zu erwarten war —, daß das Maximum sich ganz stark nach der Seite der Zwitter, d. h. nach der weiblich fertilen Seite hin verschoben hatte. War der Durchschnitt der Fertilität 1845 (Darrow sagt 1850) 17 % (15—20 %), so liegt er heute bei 66 % (60—100 %).

Wenn wir also heute sehen, daß die Gartenerdbeeren im Gegensatz zu den wilden amerikanischen Formen neben den echten Weibchen „echte" Zwitter statt der „echten", d. h. auch morphologisch männlich ausgebildeten Männ-

chen oder statt der nur physiologisch ausgeprägten Männchen aufweisen, so müssen wir darin die Wirkung der unbewußten Auslese durch den Züchter erkennen, ein schönes Beispiel für die starke Rolle, welche auch die unbewußte künstliche Zuchtwahl in der Gestaltung unserer Kulturpflanzen spielt.

Sortenbildung innerhalb der Gartenerdbeeren

Es ist schließlich noch zu berichten, wie die Eigenschaft des Remontierens auch in die „Gartenerdbeeren" gekommen ist. An Versuchen, sie durch Kreuzung mit *vesca* oder *elatior semperflorens* zu erzielen, hat es nicht gefehlt. Bei der Sterilität der Reihenbastarde wenn auch kein unmögliches, so doch ein äußerste Geduld und Ausdauer forderndes Verfahren. Der Abbé Thivolet in Chenoves (Seine et Loire) soll (nach Vilmorin 1898) nach vielen vergeblichen

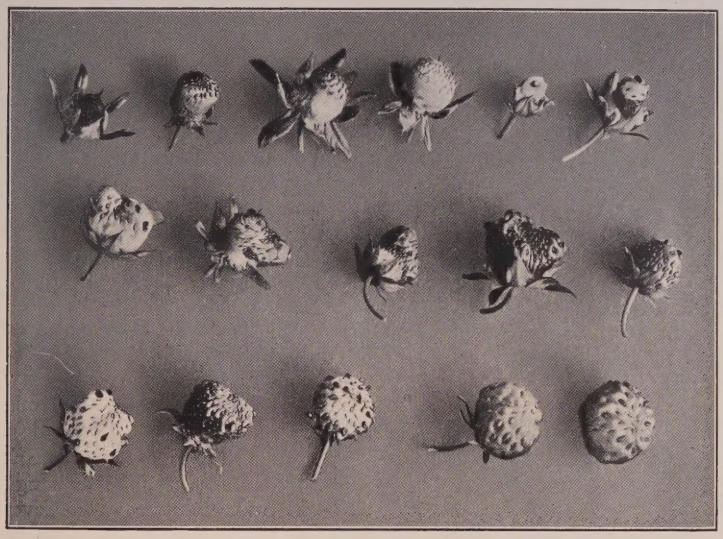


Abb. 90. Geringer Ansatz (sog. *nubbins*) bei physiologischen Subandröcisten (diploid) von *Fragaria*. Nach Schiemann 1931.

Versuchen schließlich Erfolg gehabt haben; er will aus der Kreuzung *Alpine* × *Grandiflora* Ansatz bekommen und durch weitere Kreuzung und Samenzucht schließlich eine großfrüchtige Monatserdbeere gewonnen haben, die er 1893 als St. Joseph herausbrachte, und aus der dann noch weiter St. Antoine de Padoue gewonnen wurde; 1896 folgte St. Fiacre, die noch heute viel angebaut wird.

Auch hier wieder ist der „Kreuzungsbericht" so unbestimmt, daß man eher auf eine andere Entstehungsweise schließen möchte; zumal eine „Ananas perpetuel" 1866 von Gloede in Beauvais herausgebracht wurde, die eine zwar schwache Herbsternte gab. So großes Aufsehen sie auch erregte, so wurde sie des geringen zweiten Ertrages wegen doch schnell vergessen. 1870 wurden nacheinander zwei immerblühende Varietäten herausgebracht, die aber zu den fast sterilen Zwittern gehörten und deshalb wertlos waren. Da hier über Kreuzungen nichts berichtet wird, sind — ebenso wie die *efflagellis* aus *vesca semperflorens* — diese „everbearings" vermutlich mutativ entstanden.

Eine einwandfreie Beobachtung über die Entstehung der Sorte „Pan American" als Sproßmutation gibt DARROW (1928):

„Am 28. September 1928 bemerkte der Pächter Samuel COOPER in West-New York, als er sein Erdbeerfeld besichtigte, in der Sorte Bismarck eine Pflanze

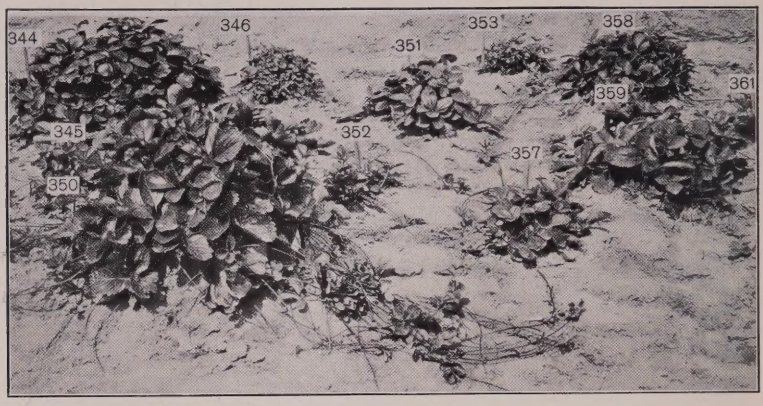


Abb. 91. Pentaploide Bastarde; gleichalte Geschwister, Freilandkultur. Aussaat 1922. Aufnahmen 1929. Nach SCHIEMANN 1931.

mit mehreren, mit ihr in Verbindung stehenden Ausläufern, die Blüten und Früchte in allen Stadien trugen. Mr. COOPER isolierte diese Pflanzen, die im Herbst Früchte trugen, und nannte die Varietät „Pan American".

Wahrscheinlich werden auch die immertragenden Sorten des Abbé THIVOLET einen ähnlichen Ursprung gehabt haben.

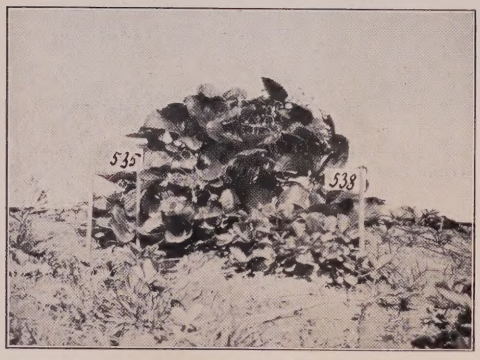


Abb. 92. „Oktoploid-" und „Diploidtypus" pentaploider Geschwister (Orig.).

Die „Pan American" ist dann durch Kreuzung die Stammmutter vieler „everbearings" geworden. Daß Sproßmutationen in der Gattung *Fragaria* häufig sind, die verschiedensten Eigenschaften, einschließlich des Geschlechts betreffend, ist bekannt (SCHIEMANN 1931).

Es bleibt noch die Frage zu erörtern, welche Eigenschaften unserer modernen Gartenerdbeeren auf die beiden verschiedenen Eltern zurückzuführen sind. Es ist bereits gesagt, daß *Fr. chiloensis* als Produkt der heißen Zone sich beim Anbau in Europa als wenig geeignet erwies; die Anpassungsfähigkeit an die gemäßigte Zone und die hierfür notwendige Winterfestigkeit ist also Erbteil der *virginiana*. Hierher möchten wir auch die große Ertragsfähigkeit der *virginiana* rechnen, die vielen der *grandiflora*-Sippen eigen ist. Von *chiloensis* dagegen stammt die

Größe der Blüte und Frucht, Festigkeit des Fruchtfleisches und manche Bestandteile, die das Aroma ausmachen. Sicher sind auch die helleren Farben im allgemeinen von der *chiloensis* ererbt. Nach DARROW (1929) kommen auch bei *chiloensis* in wildem Zustand remontierende Formen vor. Über wilde *virginiana* remontierend ist mir keine Notiz begegnet.

Abb. 93 u. 94. Pentaploide Bastarde (wie in Abb. 91); oben Oktoploid-, unten Diploidtypus. Nach SCHIEMANN 1931.

Es haben also bei der Formung unserer heutigen Gartenerdbeeren alle Elemente der phylogenetischen Entwicklung mitgespielt:

Artkreuzung,
Auslese — bewußt und unbewußt — Anpassung,
Mutation.

Ähnlich wie in der Gattung *Triticum* wird auch in der polyploiden Reihe bei *Fragaria* mit dem Anwachsen der Chromosomenzahl eine Zunahme der Wüchsigkeit, der Kräftigkeit der Arten und Steigerung ihrer Variabilität verknüpft. In der Tat folgt auf den zarten Habitus der diploiden „Walderdbeeren“

vom *vesca*-Typ die robustere hexaploide *elatior*; die Reihe schließt mit den oktoploiden Amerikanern und Gartenerdbeeren, deren Habitus *vesca* gegenüber wohl als „*gigas*" bezeichnet werden kann.

Diese Beziehung schienen die wenigen bekannt gewordenen F_1-Reihenbastarde zu bestätigen, deren Habitus durch den hochploiden Elter bestimmt wird. Unter Umständen tritt dann starke Patroklinie auf, was Millardet (1894) zu der Auffassung dieser Bastarde als faux hybrides veranlaßte. Damit galt *Fragaria* seither neben dem Weizen als Schulbeispiel für Steigerung der Üppigkeit und damit der wertbildenden Eigenschaften bei Kulturpflanzen durch Erhöhung der Chromosomenzahl.

Bei dieser Verallgemeinerung wurde außer acht gelassen, daß, im Falle *elatior* der eine Kreuzungselter ist, diese Beziehung nicht gilt; *elatior* ist, als Vater oder Mutter verwendet, auch in Kombination mit oktoploider *virginiana* habitusbestimmend. Die Verhältnisse liegen also komplizierter. Das geht vor allem aus den Versuchen von Schiemann (1930, 1931) hervor, in denen in einer größeren F_1-*grandiflora* ♀ × *Hagenbachiana* ♂ (n = 28 × n = 7), also oktoploid × diploid neben „Oktoploidtypen" etwa ⅓ (18 von 78) „Diploidtypen" entstanden, obgleich alle echte Bastarde mit 35 Chromosomen sind. Ebenso gab die reziproke Verbindung n = 7 × n = 28 eine große Anzahl von „Diploidtypen". (Abb. 89 und 91 bis 94.)

Hier müssen also Kombinationen von mendelnden Faktoren für quantitative Merkmale eine Rolle spielen, die nicht in einfacher Beziehung zu der Chromosomenzahl stehen.

Auch die Steigerung der Variationsbreite. die besonders bei *Triticum* (siehe S. 39) an die Erhöhung der Chromosomenzahl geknüpft wird, ist bei *Fragaria* — jedenfalls im Übergang von diploid zu hexaploid nicht zu beobachten. Die größere Variabilität der *Fr. grandiflora* ist vielmehr auf ihren hybriden Ursprung zurückzuführen und in der Kultur gesteigert im Sinne der S. 37 gemachten Ausführungen.

Im folgenden geben wir eine kurze Übersicht über die Entwicklung der Kulturerdbeeren.

Fragaria vesca

wild gesammelt in Mittel- und Westeuropa; bis 16. Jahrhundert allein genannt

kultiviert: 14. Jahrhundert Frankreich

1440 England; 1597 Gerarde < rot, weiß, grün

1454 Deutschland

vesca < *mut. semperflorens* Alpen 1760, Frankreich; *mut. efflagellis* 1748 Alpen 1811

Fragaria collina

kultiviert 16. Jahrhundert England
17. Jahrhundert Schweiz

Fragaria elatior

kultiviert Mitte des 17. Jahrhunderts Frankreich caprons
Deutschland Moschusbeere
England Hautbois

1624 Einführung der *Fragaria virginiana*
100 Jahre lang Isolierung aus Samen
1712 Einführung von 5 ♀ Pflanzen von *Fragaria chiloensis*
durch Frézier aus Conception
Mutation zu ♂; Kreuzung mit *virginiana*
1727 von Miller nach England
1766 von Duchesne als sehr steril bezeichnet
1824 bei Barnet nur in 2 Varietäten bekannt
um 1750 in Holland Ananaserdbeere
1759 durch Miller nach England (Pines)
1764 in Aachen genannt
1790 nach Amerika importiert
} von Ehrhardt „*grandiflora*“ benannt } = *chiloensis* × *virginiana*
aus *grandiflora* durch Aufspaltung und Selektion die großfrüchtigen Gartenbeeren; natürliche Auslese züchtet sekundäre Zwitter heraus.

K. Vitis — Wein

Vitis: Andrassowsky 1924. Baranov 1927. Buschan 1890. Bronner 1857. Detjen 1917, 1919. Dümmler 1922. Gard 1913. Gayer 1925. Ghimpu 1929. Gmelin 1806. Hegi Bd. V. 1. Hirayanagi 1929. Keimer 1924. Kobel 1929. Kolenati 1849. Krause 1912. Millardet 1891, 1895, 1901. Moog 1930. Muth, Ehatt u. Willig 1928. Müller-Thurgau u. Kobel 1925. Nebel 1929a u. b. Negrul 1930. Neuweiler 1924. Patzoski 1912. Popov (Popoff) 1929. Potebnia 1911. Rasmuson 1916. Ravaz 1902. Reissek 1856. Regel 1884. Schweinfurth 1891. Seeliger 1925. Stout 1928. Stummer 1911. Stummer u. Frimmel 1927. Valleau 1916. Viala et Vermorel 1910. Vinogradoff-Nikitin 1929. Ziegler u. Branscheidt 1927.

Zur Orientierung über die Kultursorten siehe die größeren Darstellungen von Goethe (1887), Ampelographie; Moog 1930, Beiträge zur Ampelographie; Ravaz (1902), Les vignes americaines; Viala et Vermorel (1910), Traité géneral de viticulture.

Viktor Hehn widmet der Abstammung und Geschichte des Weinstocks ein eingehendes Kapitel, in welchem er die Anschauung vertritt, daß die Kultur des Weinstocks aus dem Heimatlande desselben, Transkaukasien, das gleichzeitig nach seiner Meinung die Urheimat der semitischen Völker ist, durch diese über den Orient verbreitet und danach auf zwei Wegen — über Thrazien von Norden und über Syrien durch die Phönizier nach Griechenland einerseits, nach Nordafrika andererseits gekommen sei. Der weitere Weg sei dann von den Griechen zu den Römern und mit diesen west- und nordwärts über Süd- und Mitteleuropa, auch nach Frankreich und an den Rhein, gegangen. Mit der Verbreitung des Islam wird in den Ländern seiner alten ersten Kultur der Weinbau unterdrückt, während er andererseits seit dem Mittelalter aus dem Norden, wo er wirtschaftlich nicht lohnt, wieder zurückweicht. Seine höchste Blüte und edelsten Erzeugnisse aber hat er an dieser seiner nördlichsten Grenze in Frankreich und am Rhein gezeitigt. Das dem Äquator am nächsten gelegene Kulturgebiet Madeira (und später die Kanaren) ist dem Weinbau erst im 15. Jahrhundert durch Heinrich den Seefahrer erschlossen worden, der Reben aus dem Peloponnes hierher brachte.

Die Auffassung Hehns fand scharfe Gegner; in de Candolles Darstellung finden die abweichenden Ansichten Ausdruck, denen sich in den Anmerkungen zur 6. Auflage von Hehns Werk Engler voll anschließt. Sie fußen einerseits auf den inzwischen gemachten fossilen und prähistorischen Funden, andererseits auf der noch heute bestehenden Verteilung in Europa.

Auch die Anschauung Hehns daß die ursprüngliche Heimat des wilden Weinstocks in Transkaukasien, Westturkestan und den anschließenden Ländern zu suchen ist, besteht nur in gewissem Sinne zu Recht. Nach übereinstimmenden Berichten älterer und neuerer Zeit kommt er dort (vgl. bei de Candolle,

S. 138, Regel 1884, Paczoski 1912, Vinogradoff-Nikitin 1929) als wildwachsende Liane in massenhafter Verbreitung und besonders großer Mannigfaltigkeit vor in den Mischwäldern. Die Wildbeeren sind zwar größtenteils dunkel (schwarzblau), doch sind auch vereinzelte hellbeerige Exemplare, echte wilde Waldlianen, gefunden.

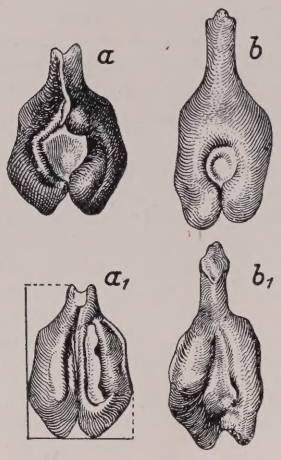


Abb. 95. Kerne von *Vitis vinifera* L.
a von der subsp. *sylvestris* (Gmel.)
b „ „ „ *sativa* (De.)
aus Hegi V/1, nach A. Stammer.

Von diesem Zentrum erstreckt sich seine Verbreitung nach Norden über den Kaukasus nach Südrußland und nach Westen bis an die Ufer des Dnjestr und der Donau und ihrer Nebenflüsse March, Save und in die Westschweiz, Frankreich und oberrheinische Tiefebene, südlich davon in das europäische Mediterrangebiet und Nordafrika; nach Süden und Osten findet er sich bis an den Hindukusch und die westlichen Ausläufer des Himalaya (Popov 1929). Die Verbreitung durch Vögel — auch andere Tiere, etwa Bären, Schweine, Dachse, Marder kommen in Frage — mußte der Pflanze schon vor allen Anfängen der Kultur eine Einwanderung in Gegenden, die ihr klimatisch zusagen, ermöglichen, und unter diesen Erwägungen ist der Begriff der „Heimat", wie schon de Candolle ausführt, für die Rebe schwer zu fassen.

Wenn man also Transkaukasien als Ursprungszentrum der Art ansehen will, so geschieht es doch in einem anderen als dem von Vavilov gewöhnlich gebrauchten Sinne, indem an den Ursprung der Wildart, nicht der Inkulturnahme dabei gedacht wird.

Die älteren tertiären Funde von Grönland bis Nordwestafrika, am verbreitetsten *Vitis germanica* Al. Braun, sieht Engler als der amerikanischen *Vitis cordifolia* näherstehend an; als erste sichere „*vinifera*" werden die diluvialen Funde bei Toscana, Piemont und am Niederrhein (Tegelen) angesehen. Im Quartär mehren sich die Funde in den außerhalb des Vergletscherungsgebietes liegenden Ländern — so besonders in Südfrankreich. In der neolithischen Periode ist *Vitis vinifera* im Gebiet der Pfahlbauten der Westschweiz (Lac d'Annecy, Neufchâteler See) und als nördlichsten Punkt in Bovere im belgischen Scheldeland (nur Holzreste!) anzutreffen und dann fortlaufend durch die Bronzezeit in der Westschweiz und in Norditalien, sowie östlich in Bosnien und Kroatien. Entgegen der Ansicht Hehns sieht man also das Vorkommen des Weinstocks in Süd- und Mitteleuropa als spontan an. Eine andere Frage ist die nach der Herkunft der Weinbaukultur.

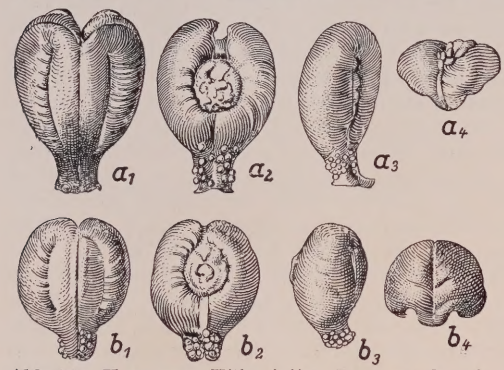


Abb. 96. Kerne von *Vitis vinifera* L., var. *sylvestris* (Gmel), aus norditalienischen neolithischen Pfahlbauten. Aus Hegi V/1 nach Anderssen.
a aus Polada, *b* aus Puegnano.

Vitis sylvestris Gmel.

Die Unterscheidung spontan wilder und verwilderter Reben ist durch die umfassenden Untersuchungen Stummers heute auf Grund der Kerne so gut wie sichergestellt. Gmelin trennt die Wildreben als *Vitis sylvestris* Gmel. von der Kulturrebe *Vitis vinifera* L. Ihm folgend benennt man sie heute gewöhnlich als *Vitis vinifera* ssp. *sylvestris* Gmel. und *Vitis vinifera* ssp. *sativa* de Candolle.

Abgesehen von der geringeren Größe (erbsengroß) und durchweg blauen Farbe der Beeren ist besonders der Kern charakteristisch, wie nachstehende Tabelle und Abb. 95 und 96 ergeben:

Tabelle 62. Unterscheidungsmerkmale der Kerne von Wild- und Kulturreben (*Vitis vinifera*) nach Stummer.

sylvestris	*sativa*
meist 3	meist 2
klein	groß 6—7 mm
kurz	lang
dick, kugelig bis herzförmig	birnförmig
ungeschnäbelt	geschnäbelt
Bauchseite fast eben	Bauchseite mit wulstiger Kante
Rückenschild deutlich	Rückenschild undeutlich

Auf Grund dieser an 200 Kernen von *sylvestris* und je 200 von vier verschiedenen *sativa*-Sorten gewonnenen Maße und Bestimmungen sind die alten Vorkommen auf ihre Zugehörigkeit zu den beiden Gruppen geprüft. Nach Neuweiler (1924) sind neben einigen nicht ganz sicheren folgende Funde der Schweizer Pfahlbauten als gesicherte anzusehen (1—4); dazu kommen einige weitere (5—7) aus dem übrigen ältesten europäischen Kulturbereich:

Tabelle 63. Prähistorische Funde von Vitis.

Fundort	Periode	zitiert nach	bestimmt als
1. St. Blaise (Lac de Neufchâtel) . .	Neol. bis Brz.	Neuweiler 1924	*sylvestris* Gm.
2. Auvernier, II. Schicht (Lac de Neufchâtel)	Neolithikum	„ 1924	*vinifera* Gm.
3. Roselet (Lac d'Annecy Haute Savoye)	Bronzezeit	„ 1924	*sylvestris* Gm.
4. Du Port (Lac d'Annecy Haute Savoye)	Neolithikum	„ 1924	„ „
5. Castione bei Parma	Bronzezeit	Heer 1865	„ „
6. See von Varese (Ober-Italien) . .	„	Engler, Hehn	„ „
7. Polada, Puegnano, Cazzago (norditalienische Torfmoore) . . .	Neolithikum	Stummer 1912 (Andersson)	„ „ „ „
8. Gardasee und andere oberitalien. Funde	Bronzezeit	Liste bei Stummer	„ „[1])
9. Ripač bei Bihač (Bosnien)	„	Beck v. Manag. Stummer	*vinifera* *sylvestris*

Danach sind — außer der Angabe von Neuweiler über den Fund von Auvernier — alle Kerne als ssp. *sylvestris* bestimmt. Neuweiler nimmt danach Rebkultur für die Westschweiz an; Stummer dagegen sieht alle neolithischen Funde in Mitteleuropa, sowie die bronzezeitlichen in Italien und Bosnien und auch die frühbronzezeitlichen in Griechenland als *sylvestris* an. Erst in der Eisenzeit scheinen ihm mit Sicherheit *sativa*-Reste aufzutauchen.

Ist somit das weitgreifende Vorkommen des wilden Weinstocks im Gebiete der alten europäischen Kulturen gesichert, so bleibt die Frage offen, ob in diesen

1) Von Unger, vor Unterscheidung durch Gmelin, als *vinifera* bezeichnet.

Zeiten es sich hier nicht vielmehr nur um das Sammeln wilder Beeren gehandelt hat. — Wann und auf welchem Wege die Kultur hier eingedrungen ist, ist danach noch ungeklärt. Doch kann Hehns Annahme, daß die Römer in Mitteleuropa Träger derselben gewesen sind, schwerlich aufrecht erhalten werden, da in Gallien die Rebkultur zur Zeit der Römer schon in hoher Blüte stand (vgl. hierzu Stummer l. c.).

Im Gegensatz zu diesen Feststellungen muß für die frühesten Nachrichten aus dem ägyptischen Altertum bereits eine lange Bekanntschaft mit dem Weinbau vorausgesetzt werden. Nach Keimer (1924) besitzen die Könige der ersten Dynastien bereits ihre Weingärten; Darstellung des Weinbaues und der Bereitung des Weines spielen eine große Rolle. Schon das alte Reich unterschied sechs Sorten. Nun ist es wichtig, daß nach Schweinfurth (1925) die ältesten in einem Königsgrabe von Nagada gefundenen verkohlten Weinbeerkerne mit stark zugespitztem Retikularende von allen heutigen verschieden, der *Vitis teutonica* A. Br. (siehe oben) ähnlich sind. Unter den späteren Funden ist durch alle Epochen am häufigsten vertreten eine noch heute in Fayum vorhandene Form mit großen 2 cm langen, dunkelroten, ovalen dickhäutigen Beeren. Auch das Laub der Gräberfunde weist auf verschiedene Rassen hin. Hierzu kommt die um die Mitte des 19. Jahrhunderts von Kolenati (1849) in Transkaukasien gemachte Beobachtung, daß an dem massenhaften Auftreten der Wildrebe dortselbst zwei Varietäten beteiligt sind, denen sich die im Gebiet gebauten Kulturreben zuteilen lassen (vgl. hierzu Regel 1884). Wenn andererseits die prähistorischen Funde lehren, daß jedenfalls der wilde Wein schon in neolithischer Zeit in verschiedenen Gegenden gesammelt wurde — wie Holzapfel, Hasel und andere einheimische Früchte —, wenn man in Betracht zieht, was über die frühe Kultur in Gallien gesagt ist, so wird man heute dem zuerst von de Candolle ausgesprochenen Gedanken zustimmen müssen, daß in den verschiedenen Ländern jeweils verschiedene Varietäten in Kultur genommen — daß unsere Weinsorten in diesem Sinne polyphyletisch sind. In diesem Zusammenhange ist eine Bemerkung von Stummer von Interesse, der darauf hinweist, daß die Vielförmigkeit der tertiären *Vitis*-Funde vielleicht z. T. auf den bei der Wildrebe vorhandenen stark ausgeprägten Sexual-Dimorphismus der Blätter zurückgeführt werden könnte (Hegi V. 1, S. 364).

Sicherlich haben dann bei der Ausbildung der heutigen Typen klimatische Auslese-, Anpassungsprozesse eine große Rolle gespielt. Aus dieser Zeit sind, nach Hehn, den Römern als solche wertvollen Sorten lokalen Gepräges z. B. die rhätischen Weine, sowie die dunklen Burgunderweine bereits bekannt. Es ist nach dem Gesagten aber auch verständlich, daß ein Versuch der Römer, die ihnen als ertragreich und anspruchslos zusagenden Weine Galliens nach Italien zu verpflanzen, mißglückte.

Welches sind nun aber diese verschiedenen Ursprungssippen?

Bis auf die oben genannten Angaben Kolenatis ist eine Differentialdiagnose von *Vitis sylvestris* im ganzen Verbreitungsgebiet bis heute noch nicht gemacht. Bronner unterscheidet allerdings im Rheintal 36 Sorten, in allen Abstufungen der Beerenausbildung von ungenießbar bis „köstlich süß" — was die große Vielförmigkeit beweist.

Die alten — und noch heute gangbaren — Ampelographien haben der Einteilung der Kulturrebsorten Merkmale zugrunde gelegt, die mehr diagnostischen Zwecken dienen, eine leichte Orientierung in der ungeheuren Mannigfaltigkeit der Formen zwar ermöglichen, aber die verwandtschaftlichen Beziehungen so gut wie gar nicht berücksichtigen. Ähnlich Körnickes Kombinationsschema für Weizen werden die Reben eingeteilt nach Behaarung und Form der Blätter und

der Form der Beeren in 9 × 3 Gruppen (I—III, 1—3, a—c), wodurch natürliche Beziehungen völlig verwischt werden (siehe die Tabelle bei Hegi, S. 384).

Den ersten Versuch, ein natürliches System auch der Kulturreben aufzustellen, hat, soviel ich sehe, Andrassovsky gemacht. Die Arbeit, die im Rahmen von Javorka, Magyar Flora 1924/25, nur in ungarischer Sprache vorliegt, hat in die ampelographische Literatur kaum Eingang gefunden. Inhaltlich ist sie mir selbst nur durch das Referat von Gayer (Dendrologisches Jahrb. 1925, 285) zugänglich geworden.

Auf pflanzengeographischer Grundlage teilt Andrassovsky die Kulturreben in fünf Arten (ssp?).

Vitis mediterranea	Mediterranländer	Weintraube
„ *byzantina*	Westasien	Tafeltraube
„ *alemannica*	Mitteleuropa	Weintraube
„ *deliciosa*	Westasien	Tafeltraube
„ *antiquorum*	Westasien	Tafeltraube

die sich nach Merkmalen der Triebspitzen und Blätter, der Trauben und Beeren, aber auch Herbstfärbung und ähnliches voneinander gut unterscheiden lassen.

Eine Anzahl bekannter Edelreben wird in diese Arten eingereiht, wobei hauptsächlich die in Ungarn kultivierten Sorten Berücksichtigung finden. So gehören zu:

byzantina var. *laciniosa* (L.) Andr.	Chasselas Cioutata
„ „ *vulgaris* Andr.	Chasselas doré, Ch. rouge, Ch. violet
„ „ *versicolor* Andr.	Chasselas royal
alemannica	Pinet noir, P. blanc, P. gris, Auvergnat gris, Gamay noir, G. blanc
deliciosa	Muscat d'Alexandre
antiquorum	Cornichon blanc, C. violet.

Andere werden bestimmten Kreuzungskombinationen zugeordnet; so der grüne Sylvaner zu *byzantina* × *alemannica* oder Gutedel zu *byzantina* × *mediterranea*, um nur einige Beispiele zu nennen. Es wäre zu wünschen, daß dieser Weg weiter verfolgt wird und die bisher nur sehr spärlichen Angaben (nur ungarisch geschriebene Diagnosen) durch genauere Mitteilungen belegt werden, so daß sie an zugänglicher Stelle weiteren Kreisen zugute kommen könnten.

Nach Ostasien ist (de Candolle) die Kultur des Weinstocks erst nach 120 n. Chr. gekommen. Die zahlreichen in Ostasien vorkommenden *Vitis*-Arten haben sich bis heute als zur Kultur nicht geeignet erwiesen.

Es ist also anzunehmen, daß bis zur Einführung der amerikanischen Rebe nur die Spielarten von *Vitis vinifera* bzw. *sylvestris* am Aufbau der Kultursorten beteiligt gewesen sind.

Nach der Entdeckung Amerikas beginnt der Import amerikanischer Reben, von denen besonders die Arten: *riparia* Mich., *Labrusca* L., *berlandieri* Pl., *rupestris* Sch., *rotundifolia* Mich., (letztere aus der Sektion *Muscadinia*), für den europäischen Weinbau von Wichtigkeit geworden sind.

Während die *Euvitis*-Arten mit *vinifera* (und *sylvestris*) fertile Bastarde liefern, lassen sich die Glieder verschiedener Sektionen nur schwer miteinander kreuzen. Immerhin sind in Amerika aus Rückkreuzungen hervorgegangene fertile Formen in die Praxis des Weinbaues übernommen worden (*rupestris* × *rotundifolia*). Dagegen sind *Euvitis*-Bastarde mit *vinifera* in Amerika häufig hergestellt und mit Erfolg kultiviert worden — trotz des vielfach dabei auftretenden „Fuchsgeschmackes", der besonders stark in *Labrusca*-Kreuzungen bemerkbar wird.

In Europa bestand kein Bedürfnis, die altbewährten Sorten durch neue zu ersetzen. Hatten sich daher die amerikanischen Sorten und ihre Bastarde mit *vinifera* nur vereinzelt in die gut bewährten Kulturbestände einmischen können, so wurde das mit der Einschleppung der Reblaus aus Amerika in den 70er Jahren des vorigen Jahrhunderts mit einem Schlage anders. Sie nötigte zuerst zur Veredelung auf amerikanische Unterlagsreben, deren Wurzeln von dem Insekt nicht angefallen werden. Der Wunsch, den kostspieligen und mühsamen Umweg über das Veredeln zu umgehen, und zugleich Mehltau-(*Perenospora*) feste Sorten zu erzielen, führte schließlich, zuerst in Frankreich, zur Neuzüchtung von Direktträgern durch Samenzucht und Auslese und endlich durch künstliche Bastardierung mit dem Zuchtziel: Immunität (inkl. *Perenospora*). Auf diese Weise sind unter den heute gebauten Reben eine ganze Anzahl bereits mit Amerikanern verbastardiert, teils F_1, teils späteren Generationen entstammend, zumeist aber sogenannte Komplexhybriden.

Hier sind mithin folgende Gruppen zu unterscheiden, für die nur einige wenige Beispiele genannt seien. Vgl. hierüber Dümmler (1920), Viala (1910), Moog (1930).

I. Selektionssorten aus Amerikaner-Wildreben:
aus *riparia*: Portalis, Gloire de Montpellier, Geisenheim I, Berncastel 1900,
aus *rupestris*: du Lot,
aus *aestivalis*: Cunningham, Herbemont,
aus *Labrusca*: Concord, Catawba (beste amerikanische Weine); aus Concord: Isabella.

II. Americo-Amerikaner, d. h. Bastarde zwischen amerikanischen Arten:
aus *riparia* × *rupestris*: viele Couderc-Hybriden,
aus *riparia* × *Berlandieri*: Couderc- und Teleki-Hybriden,
aestivalis-Bastarde: Castel-Hybriden.

III. Europäo- (oder Franco-) Amerikaner:
bei denen vor allem *riparia*, *rupestris* und *Berlandieri* mit *vinifera* gekreuzt sind.

IV. Komplexhybriden:
Tripel- und Quadrupelbastarde nach Züchtern und mit Nummern benannt, so die Couderc-, Oberlin-, Seibel- usw. Hybriden.

Die leichte Kreuzbarkeit erklärte sich cytologisch. Alle Untersucher (Kobel 1929, Nebel 1929, Ghimpu 1929, Negrul 1930, Hirayanagi 1929) fanden bei allen Arten der Sektion *Euvitis* n = 19 Chromosomen und fast durchweg regelmäßig verlaufende Reduktionsteilung bei Bastarden. Faux-hybrides (Millardet 1894) kommen danach bei *Vitis* nicht vor (vgl. bes. Negrul l. c.). Damit ist auch die typisch mendelnde — wenn auch natürlich kompliziert-mendelnde Aufspaltung nach Artkreuzungen erklärt (Müller-Thurgau u. Kobel 1925, Rasmuson 1916, Seeliger 1925, Valleau 1916, Stummer u. Frimmel 1927). Die einzigen Abweichungen fand Nebel (1929) in zwei tetraploiden Formen neben entsprechenden diploiden Sippen in

Muscat	2n = 38	Muscat gigas	2n = 76
Sultanina	2n = 38	Sultanina gigas	2n = 76

beide aus Berkeley.

Da bereits ein sehr zahlreiches Material untersucht ist, kann die Zahl 38 für die Sektion als gesichert gelten.

Die Zahlen der Sektion Muscadinia (*rotundifolia* und *munsoniana*), die bei Kreuzung mit *Euvitis* unklare Spaltungsverhältnisse geben, sind noch nicht festgestellt.

Eine parthenokarpe Sippe sind die kernlosen „Korinthen“, eine Rasse von *Vitis vinifera* mit kleinen schwarzblauen, sehr süßen Beeren; nach Hehn werden sie um 1600 von der Insel Naxos zuerst erwähnt; danach habe sich die Kultur auf den Peloponnes (Korinth) hinübergezogen und ist heute um Patras, Zante, Kephalonia konzentriert. Offenbar ist die Rasse also mutativ entstanden. Neuere Untersuchungen fehlen.

Eine zweite parthenokarpe Rasse sind die hell- und großbeerigen Sultaninen, über deren erstes Auftreten keine Angaben vorliegen.

Tabelle 64. Chromosonenzahlen von Vitis. Nach Nebel 1929

Wilde Arten			Kultivierte Sorten		
amurensis	38	Nebel 1929	Bachus	38	Nebel 1929
coignitiae	38	„ 1929	Brighton	38	„ 1929
doaniana	38	„ 1929	Catawba	38	„ 1929
labrusca	38	„ 1929	Clinton	38	„ 1929
„	38	„ 1929	Dunkirk	38	„ 1929
„	38	„ 1929	Fredonia	38	„ 1929
rupestris	38	„ 1929	Keuka	38	„ 1929
vulpina	38	„ 1929	Moore	38	„ 1929
			Muskat	38	„ 1929
			Muskat gigas	76	„ 1929
			Niagara	38	„ 1929
			Ontario	38	„ 1929
			Portland	38	„ 1929
			Sheridan	38	„ 1929
			Sultanina	38	„ 1929
			Sultannia gigas	76	„ 1929

Literaturverzeichnis

Werke allgemeineren Inhalts sind mit † bezeichnet; die auf die 3 Kapitel des allgemeinen Teils bezüglichen Arbeiten mit *. Für den speziellen Teil siehe das Autorenverzeichnis am Anfang jedes Kapitels.

Abkürzungen viel genannter Zeitschriften:

Z. f. i. A. u. V. = Zeitschrift für induktive Abstammungs- und Vererbungslehre.
B. a. B. = Bulletin of applied Botany and Plant-breeding Leningrad. Die hier erschienen Arbeiten sind in russischer Sprache mit westsprachlicher Zusammenfassung und doppelsprachigen Tabellen und Figurenerklärungen.

Die Literatur ist mit dem Jahre 1930 abgeschlossen.

Aamodt, O., 1922: The inheritance of resistance to several biological forms of Puccinia graminis triticina in a cross between Kanred and Marquis wheats. Phytopathology 12, 1922, S. 12—32.

Aamodt, O. S., 1927: A study of growth habit and rust reaction in crosses between Marquis, Kota and Kanred wheats. Phytopathology 17, 573—608.

Aamodt, O. S. and Levine, M. N., 1925: Physiological evidence on the genetic identity of natural and synthetic strains of wild Emmer. Dieselbe 15, 554—558.

Aaronsohn, A.: Über die in Palästina und Syrien wildwachsend aufgefundenen Getreidearten. Verh. K. K. zool. bot. Ges. Wien **59**, 1909 (1910), 485—509.

*Aase, H. C. and Powers, Le R., 1926: Chromosome numbers in crop plants. Amer. Jour. Bot. **13**, 367—372.

*Adams, J., 1924: Does light determine the date of heading out in winter wheat and winter-rye? Am. Jour. Bot. **11**, 535—539.

Åkerman, Å., 1920: Spelt-like bud sports in common wheat. Hereditas **1**, 116—127, 6 Textfig.

—, 1921: Undersökningar rörande flyghavrelika mutationer i vanlig odlad havre. Sver. Uts. För. Tidskr. **21**, 266 pp.

—, 1923: Beiträge zur Kenntnis der Speltoidmutationen des Weizens. Hereditas **4**, 111 bis 124.

*—, 1924: Beiträge zu einer Analyse der Eigenschaft Winterfestigkeit beim Weizen. Beitr. z. Ldw. Pflanzenbau, Schindler-Festschrift, Berlin, Parey, 147—160.

—, 1927: Weitere Studien über Speltoidchimären bei Trit. vulgare. Hereditas **9**, 326—334.

*Åkerman, Å. und Lindberg, J., 1927: Studien über den Kältetod und die Kälteresistenz der Pflanzen. Veröff. K. u. A. Wallenberg-Stiftung X, Lund 1927, 232 S.

Alefeld, F., 1860: Über Pisum. Bot. Zeitung **18**, 240.

—, 1865: Über einige Kulturpflanzen. Dieselbe 1865, 8—10.

*Allen, E. T., 1929: The Origin of Adaptation. Nature **123**, 841—843.

Allgayer, H., 1928: Genetische Untersuchungen mit Gartenkohl (*Brassica oleracea*) nach Kreuzungsversuchen von R. Freudenberg. Z. f. i. A. u. V. **47**, 191—260.

Alvargonzález, 1909: La Escanda. Gijois 1909 (zit. nach Vavilov).

Andrassovsky, J.: Vitis, in Jávorka: Magyar Flora 1924/25, Budapest (ungarisch).

Anonymus, 1919: Zur Frage des Anbaus und der Akklimatisation der Soja in Deutschland. Dtsch. landw. Presse **46**, 438.

Antropoff, V. a. V., 1929: Rye in U. S. S. R. and in the adjoining countries. B. a. B. Suppl. **36**.

*Arber, Agnes, 1927: Herbals, their origin and evolution. A chapter in the History of Botany, 1470—1760. Cambridge Univ. Press. 22 Taf., 113 Textfig.

Arciszewski, W., 1924: Beitrag zur Kenntnis der Ährenform beim Weizen. Mém. Institut de Génétique Varsovie livor **2**, 163—190, 2 Textfig., 15 Tab.

Arechoug, F., 1885—1886: Some observations on the genus Rubus. Lunds Univers. Årsskrift XXI.

Arnold, B. M., 1925: A contribution to the classification of *Panicum miliaceum* L. B. a. B. **14**/1, 252—270.
Arnold, V. M. and Shibajew, P. N., 1929/30: Botanico-agronomical characteristic of common millet, *Panicum miliaceum* L. B. a. B. **22**/2, 231—296.
*Arzt, H., 1926: Serologische Versuche über die Verwandtschaftsverhältnisse der Gerste mit besonderer Berücksichtigung des Eiweißausgleichs innerhalb der präzipitierenden Lösungen. Bot. Arch. **13**, 117—147, 1 Textfig.
Ascherson, P., 1880: Über ästigen Mais. Verhdl. Bot. Ver. **21**, 133.
Atabekov, A., 1925: Materials for a monographic study of a new species of cultivated wheat, *Triticum persicum* Vav. (Russ. m. engl. Rés.). B. a. B. **15**, No. 1, 161—198. 1 Taf.
Atterberg, A., 1899: Die Varietäten und Formen der Gerste. Journ. f. Landw. **47**, 1—44.
Atwood, W. M., 1914: A physiological study of the germination of *Avena fatua*. Bot. Gaz. **57**, 386—414.
Aumiot, J., 1915: Mutations de Solanum tubérifères sauvages. C. R. Ac. Agric. Paris I, 677.
Aumüller, F., 1914: Der wilde Roggen im Vergleich zu den Kultursorten. Ill. Landw. Ztg. **34**, 377—378. 1 Abb.
—, 1919: Einige seltene Gerstenformen. Dieselbe **39**, 43. 2 Textfig.
Ausborn, 1928: Die Stammbäume und Sorten der Ackererbsen und Bohnen. Pflanzenbau **4**, 259.
Avery, P., 1929: Chromosome number and morphology in Nicotiana. IV. The nature and effects of chromosomal irregularities in *N. alata* var. *grandiflora*. University of California Publications in Botany **11**, 265—284. 8 Textfig.
Azzi, G., 1927: Le climat du blé dans le monde, als Manuskript gedruckt. Rom.

*Babcock, E. B., 1931: Cyto-genetics and the species-concept. Amer. Naturalist **65**, 5—18.
Babcock, E. B. and Collins, J. L., 1929: Does natural ionising radiation control rate of mutation. Proc. Nat. Ac. Sc. **15**, 623—628.
Bach, F., 1928: Über die künstliche Kreuzung einiger wichtiger Apfelsorten. Gartenbauwissenschaft **1**, 358—374. 1 Textfig.
Backhouse, W. O., 1916: Note on the inheritance of crossability. Jour. Genetics **6**, 91—94.
—, 1918: The inheritance of glume length in *Triticum polonicum*. A case of zygotic inhibition. Ebenda **7**, 125—133.
*Baist, G., Zur Interpretation der Brevium Exempla und des Capitulare de Villis. Vierteljahrsschr. f. Sozial- u. Wirtschaftsgeschichte **12**, 1914, 22—70.
Balabajev, G. A., 1926: On the Distribution of weed rye *Secale cereale* L. in the mountains of Central Asia. (Russisch mit englisch. Rés.) B. a. B. **16** IV, 101—134. 2 Textfig.
Bally, W., 1919: Die Godronschen Bastarde zwischen Aegilops- und Triticumarten. Vererbung und Zytologie. Z. f. i. A. u. V. **20**, 177—240.
Baranow, P., 1927: „Wild" grape of Middle Asia. I. WesternTian-Shan Transact. of the Exp. Irrigat. St. Ak-kavak, 4.
Barker, E. E., 1921: Bud Variation in the Sugar Cane. Jour. Heredity **12**, 271—274. 1 Textfig.
Barker, E. E. and Cohen, R. H., 1918: Variability in the radish. Jour. Heredity **9**, 357—361. 1 Fig.
*Baroulina, E.[1]) J., 1921: Zur Frage der Überwinterung der Wintergewächse. Mitt. ldw. Fak. Univ. Saratow **1**, 16 S. (russ. mit engl. Zusammenfassung).
—, 1922: Essay on a systematic botanical study of the characters (Jordanons) within the limits of one group of the soft wheat *Tr. vulg.* var. *ferrugineum* Al. B. a. B. **13**/1, 259—367.
—, 1924: *Tr. monococcum* as an admixture to cereal crops in the Crimea. B. a. B. **14**/1, 136—139.
—, 1928: Lentils of Afghanistan. (Russisch mit englischem Resumé.) B. a. B. **19** II, 23 bis 48. 13 Textfig. und 2 Karten.
—, 1929: Contribution to the Botanico-Geographical Study of cultivated Lentils. (Russisch mit englischer Zusammenfassung.) Proceedings of the U. S. S. R. Congress of Genetics, Plant- and Animal-Breeding **3**, 77—81.
—, 1930: Lentils of the U. S. S. R. and of other countries. (Russ. und engl.) B. a. B. Supplement **40**, 391 S.
Barrandon, A., 1871: Compte rendu de quelques promenades aux environs de Montpellier. Bull. soc. bot. France **18**, 173.
Batalin, 1885: Russian varieties of emmer. St. Petersbourg (russ.).

1) auch H. (Helena); und: Barulina.

Batalin, 1890/91: Das Perennieren des Roggens. Verh. Bot. Ver. Prov. Brdb. **32**, XXIX bis XXXII (u. Acta Horti Petropolitani **11**, 1890 299—303).
Bateson, W., 1914: Presidential Adress. Brit. Ass. Adv. Sc., Melbourne 20. VIII. 1914.
Bateson, W. and Pellew C., 1915: The genetics of rogues among culinary peas. Jour. Genetics **5**, 13—36. 8 Fig.
— —, 1915: Note on an orderly dissimilarity in inheritance from different parts of a plant. Proc. Roy. Soc. London B **89**, 174—175.
— —, 1920: The genetics of rogues amongst culinary peas. Proc. Roy. Soc. London B, vol. **91**, 186—195.
*Bather, F. A., 1929: Evolution through Adaptation. Nature **123**, 497—499.
Baur, E., 1914: Die Bedeutung der primitiven Kulturrassen und der wilden Verwandten unserer Kulturpflanzen für die Pflanzenzüchtung. Jahrb. d. dtsch. Landw. Gesellsch. **29**, 104—110.
—, 1914: Kreuzungsversuche zwischen Sommerraps und Kohlrübe. Jahresber. Verein. angew. Bot. **11**, 117—118.
—, 1917: Die Entstehungsgeschichte unserer Kulturpflanzen im Lichte neuerer Forschungen und die Folgerungen, die wir daraus für die Kultur und die Züchtung der Arzneipflanzen ziehen können. Pharmaz. Post **50**, 489—490.
*—, 1927: Die experimentelle Erzeugung leistungsfähigerer Rassen unserer Kulturpflanzen. Naturwissenschaften **15**, 721—725.
†—, 1930: Einführung in die experimentelle Vererbungslehre. 9.—11. Aufl.
Baur, 1928: Ein Beitrag zur Züchtung von Rotklee, *Trifolium pratense*. Z. f. Pflanzenzüchtung **13**, 157—165.
Baumanns, 1925: Raps und Rübsen. Der Pflanzenbau **1**, 220.
Baxter, 1922: Peaches and Nectarines on the same tree. The Gardeners Chronicle **72**, 141. 1 Textfig.
Beach, S. A., 1905: The apples of New York. Albany, Lyon, 2 vol. 409 u. 360 S.
*Beck, P., Rytz, W., Stehlin, H. G. und Tschumi, O., 1930: Der neolithische Pfahlbau Thun. Mitt. Nat. Ges. Bern 1930, 1—54.
*Beck von Managetta, 1897: Die botanischen Objekte aus dem Pfahlbau von Ripač bei Bihač. Wiss. Mitt. a. Bosnien u. Herzegowina **5**, 114—123.
Becker, J., 1919: Serologische Untersuchungen auf dem Gebiet von Pflanzenbau und Pflanzenzucht. Landw. Jahrb. **53**, 245—276.
*Becker-Dillingen, J. A., 1924: Handbuch des gesamten Gemüsebaues. Berlin 1924. 1065 S.
*—, Handbuch des Getreidebaues einschließlich Mais, Hirse und Buchweizen. Mit 94 Textabb. und 5 Stammbaumtafeln der Getreidearten. 1927, XX, 627 S.
Beijerinck, M. W., 1884: Über den Weizenbastard „*Tr. monococcum* × *Tr. dicoccum*". Nederl. Kruidkund. Archief **2**. ser. IV, 189—201.
—, 1886: Über die Bastarde zwischen *Tr. monococcum* und *Tr. dicoccum*. Dasselbe **2**, ser. IV. 455—437.
*—, 1914: Über das Nitratferment und über physiologische Artbildung. Folia microbiologica **3**, 91—113.
Belling, J., 1925: Fracture of chromosomes in Rye. Jour. Heredity **16**, 360. 3 Textfig.
*—, 1925: Production of triploid and tetraploid plants. Ebenda **16**, 463—464. 1 Textfig.
*—, 1927: The Attachments of Chromosomes at the reduction division in flowering plants. Ebenda **18**, 177—206. 16 Textfig.
Belov, A. I., 1929: Peculiarities of cultivated alfalfa (*M. sativa* L.) in different countries. (Russisch mit englischer Zusammenfassung.) Proceedings of the U. S. S. R. Congress of Genetics, Plant- and Animal-Breeding **3**, 91—109. 8 Textfig.
Benzin, B., 1913: The notes on my Turkestan trip. Bull. angew. Bot. 1913, **6/7**, 457—495.
Berkner u. Meyer, K., 1927: Morphologische Studien an Roggenähren. Z. f. Pflanzenzüchtung **12**, 1927, 227—241.
— —, 1927: *Triticum aegilopoides*. Pflanzenbau **3**, 1927, 298—301.
Bernard, N. 1910: L'origine de la pomme de terre. Bull. Soc. Acad. agr. belles-lettres et arts Poitiers. 19 S.
—, 1911: Über die Wurzelsymbiose der Kartoffel. Ann. Sciences naturelles, t. XIV, 235—258.
Berthault, P., 1910: A propos de l'origine de la pomme de terre. Revue génér. Bot. **22**, 345—353.
—, 1910: Sur les types sauvages de la pomme de terre cultivée. C. R. Ac. Sc. Paris **150**, 47—50.
—, 1911: Sur les types sauvages de la pomme de terre cultivée. Ebenda **153**, 827—829.
—, 1911: Recherches botaniques sur les variétés cultivées *de S. tuberosum* et les espèces sauvages de *Sol. tubifères* voisins. Ann. Science agronomique française et étrang. **28**, Nancy 1911, 211 S., 51. Fig., 9 Taf.

Berthault, 1913: Note préliminaire sur l'origine spécifique de la pomme de terre. 4. conf. génét. Paris 1911, 377—380.
Bersch, W., Die Sumpfkartoffel. Mitt. d. Vereins zur Förd. d. Moorkultur in Deutschland 1906, 355.
Bertsch, K., 1927: Die Obstreste aus den Alemannengräbern von Oberflacht. Ber. dtsch. bot. Ges. **45**, 1927, 23—30.
—, 1928: Geschichte der oberschwäbischen Getreide in prähistorischer Zeit. Schussenrieder Anstaltszeitung Schallwellen 1928.
—, 1929: Die ältesten Getreidereste Deutschlands. Ber. dtsch. bot. Ges. **47**, 121—125. 3 Textfig.
Bessey, E. A., 1927: The phylogeny of the grasses. Ann. Rep. Michigan Ac. Sc. **19**, 239—245.
*Bews, 1927: Studies in the ecological evolution of the Angiosperms II—VI. New Phytologist **26**, 65—84, 129—147, 209—248, 273—294.
*Bier, A., 1925: Über Keimverzug und seine Bedeutung nach Versuchen an Samen der gelben Lupine. Ang. Bot. **7**, 335—355.
Biffen, R. H., 1903: Wheat breeding. Proc. Cambr. Phil. Soc. XII, 278.
—, 1905a: Mendel's law of inheritance and wheat breeding. Journ. Agric. Science I. 4—48.
—, 1905b: The hybridization of barleys I. Ebenda **1**, 251.
—, 1906: Dasselbe II. Proc. Cambridge Phil. Soc. **13**, 304—308.
—, 1907a: Dasselbe III. Jour. Agr. Science **2**, 183—206.
—, 1907b: Studies in the inheritance of disease resistance I. Ebenda **2**, 109—128.
—, 1912: Dasselbe II, ebenda **4**, 421—429.
—, 1916: The suppression of characters on crossing. Jour. Genetics VI, 225—228.
*Birger, S., 1907: Über endozoische Samenverbreitung durch Vögel. Svensk bot. Tidskrift **1**, 1.
Bitter, G., 1912—1922: Solana nova vel minus cognita. Fedde Rep. IX—XVIII. (Einzelarbeiten.)
—, 1913: Solana peruviana, aequatoriana, boliviana. Engl. Bot. Jahrb. **50**, Beibl. III, 58—67.
—, 1914: Über wilde Solanum-Arten. Dieselben, Suppl. **50**, 546.
—, 1914: *Solanum morelliforme* eine baumbewohnende Verwandte der Kartoffel. (Nebst allg. Bemerkungen über die Sektion Tuberarium.) Abh. Naturw. Ver. Bremen **23**, 225—239.
—, 1914: Einige neue Solanum-Arten aus der Tuberarium-Gruppe (siehe bei Wittmack 1914). Engl. Bot. Jahrb. **50**, Suppl. 546—555.
—, 1916: *Solanaceae andinae*. Dieselbe **54**, Beibl. 109, 5—17.
—, 1922: Eine neue wilde Kartoffel aus Peru *Sol.* (*Tuberarium*) *chomatophilum nov. spec.* Abh. Nat. Ver. Bremen XXV, H. 2, 1922, 246—248.
*Blakeslee, A. F., 1922: Variations in Datura due to changes in Chromosome number. Amer. Naturalist **56**, 16—31.
Blaringhem, L., 1908: Mutation et traumatismes. Paris 1908. (Zea S. 220.)
—, 1908: Recherches sur les hybrides d'orges. C. R. Ac. Sc. Paris **146**, 1293—95.
—, 1914: Sur la production d'hybrides entre l'engrain *Triticum monococcum* L. et differents blés cultivés. Ebenda, 1914, **158**, 346—349.
—, 1921: Sur le Haynaldia villosa Schur., graminée sauvage à caractères de seigle et de blé. Bull. Soc. Bot. de France **68**, 329—333.
—, 1921: Sur les caractères anatomiques des chaumes des genres Triticum, Secale et Haynaldia. Ebenda **68**, 563—569.
—, 1922: Sur un hybride stérile d'Epeautre et de Seigle. C. R. Ac. Sc. Paris **175**, 635—637.
—, 1923: Nouveaux faits relatifs aux hybrides de blés et d'Aegilops. Ebenda **176**, 852 bis 854.
—, 1924: Sur un nouvel hybride fertile de blé poulard (*Tr. turgidum* L.) et de seigle (*Secale cereale* L.). Bull. Soc. bot. France **71**, 1158—1168.
—, 1924: Note sur l'origine du mais. Métamorphose de l'Euchlaena en Zea, obtenue au Brésil par Bento de Toledo. Ann. Sc. Nat. 10. série Bot. **6**, 245—263.
—, 1925: Production de nouveaux hybrides entre les espèces sauvages de *Triticum* (*monococcum* L., *dicoccoides* Körn.) et les principaux blés cultivés. Analyse de leurs affinités. C. R. Acad. Sc. **180**, 218—220.
—, 1925: Sur un nouvel hybride fertile d'Aegilops et de blé (*Aegilops ventricosa* Tausch × *Triticum turgidum* L.). Ebenda **181**, 807—809.
—, 1926: Nouveaux hybrides d'Aegilops et de Triticum. Bull. biol. France et Belgique **60**, 343—368.
—, 1927: Affinités des blés sauvages Triticum aegilopoides Bal. et *Triticum monococcum* L., démontrées par leurs hybrides réciproques. C. R. Ac. Sc. Paris **184**, 225—227.
—, 1927: Les blés durs dérivés de l'engrain. Ebenda **9**, 306—310.

Bledsoe, R. P., 1929: Multiple kernels in wheat-rye hybrids. Jour. Heredity **20**, 137—142. 4 Textfig.
Bleier, H., 1925: Chromosomenzahlen und Kernvolumina in der Gattung Trifolium. Ber. dtsch. Bot. Ges. **43**, 236—238.
—, 1925: Chromosomenstudien bei der Gattung Trifolium. Jahrb. wiss. Bot. **64**, 604—636. 6 Textfig.
—, 1926: Neuere zytologisch-genetische Arbeiten in der Gattung Triticum. Fortschr. d. Ldw. **1**/9, 1926. 6 Abb.
—, 1928: Zytologische Untersuchungen an seltenen Getreide- und Rübenbastarden. V. Int. Kongr. Vererb. Z. f. i. A. u. V., Suppl. **1**, 447—452.
—, 1928: Karyologische Untersuchungen an Linsen-Wicken-Bastarden. Genetica **11**, 111—118. 10 Textfig.
*—, 1928: Genetik und Zytologie teilweise und ganz steriler Getreidebastarde. Bibliographia genetica **4**, 1928, 322—400.
—, 1930: Zytologie von Art- und Gattungsbastarden des Getreides. Der Züchter **2**, 12—22. 12 Textfig.
*—, 1930: Untersuchungen über das Verhalten der verschiedenen Kernkomponenten bei der Reduktionsteilung von Bastarden. La Cellule **40**, fasc. 1, 84—144.
Bohutinsky, G., 1914: Entwicklungsabweichungen beim Mais. Ber. dtsch. Bot. Ges. **32**, 222—248. 14 Textfig.
*Boissier, E., 1872: Flora orientalis. Bd. V, 1884.
Boenicke, L. v., 1911: Zur Kenntnis der Prophasen der heterotypischen Teilung einiger P. M. Z. Ber. dtsch. Bot. Ges. **29**, 59—65.
Boeuf, F., 1928: Influence probable de l'État hétérozygote sur la Productivité du Blé tendre (Essais préliminaires). V. Int. Kongr. Vererb. Z. f. i. A. u. V., Suppl.-Bd. **1**, 468—483.
*Boom, B. K., 1930: Botanisch-serologische onderzoekingen. Diss. Wageningen, Veenman, Wageningen. 77 S.
Bordakow, L. P., 1929: Die ukrainischen Wassermelonen. B. a. B. **23**/3, 85—94.
Boshnakian, S., 1917: The comparative efficiency of indexes of density and a new method for determining squareheadedness in wheat. Jour. Amer. Soc. Agron. **9**, 231—247.
—, 1922: The genetics of Squareheadedness and of density in wheat, and the relation of these to other characters. Corn. Univ. Agr. Exp. St. Mem. **53**, 801—882.
—, 1923: The relation of the spelt factor in wheat to rachis internode characters. Genetics **8**, 261—275. 2 Fig.
Bouget, J., 1928: Les différents modes d'adaptation à l'altitude du Poa annua. Rev. Géner. Bot. **40**, 321—327.
Brand, C. J., 1911: Grimm-Alfalfa, and its utilisation in the North-west U. St. Dep. Agr. Bur. Plant Ind. Bull. **209**, Washington.
*Braun, A., 1841: Bemerkungen über die Flora von Abyssinien. Flora 1841, Nr. 17.
*—, 1848: Beitrag zur Kenntnis der abessinischen Kulturpflanzen. Flora 1848, Nr. 6.
—, 1877: Die Pflanzenreste des ägyptischen Museums in Berlin (S. 3—5 Linum), (Vortrag von 1871.) Berlin, Wiegandt, 1877.
*—, 1877: Über die im Kgl. Museum zu Berlin aufbewahrten Pflanzenreste aus altägyptischen Gräbern. Z. f. Ethnologie **9**, 289—310.
Braungart, R., 1897: Uralter Ackerbau im Alpenlande und seine urgeschichtlich-ethnographischen und anthropologischen Beziehungen. Ldw. Jhrb. **26**, 1—58.
—, 1902: Die letzten Spuren urältesten Ackerbaues im Alpenlande. Beil. z. Allg. Ztg. München 1902, 241/3, 251/5.
Bremer, G., 1921: Een cytologisch onderzoek van eenige soorten en soortbastaarden van het geslacht Saccharum. Proefschr. 's-Gravenhage, 111 S. und 1922 in Meded. Proefst. Java-Suikerind. **1**.
—, 1923: A cytological investigation of some species and species hybrids within the genus Saccharum. Genetica **5**, 98—138, 273—326. 92 Textfig.
—, 1924: De cytologie van het suikerriet. Tweede bijdrage. Een cytologisch onderzoek van eenige praktijksoorten en hare ouders. Archief voor de Suikerindustrie in Nederlandsch-Indië **3**, 151—180.
—, 1925: The cytology of the sugarcane. Third contribution. Genetica **7**, 293—322. 20 Textfig.
—, 1928: De cytologie van het suikerriet. IV. Een cytologisch onderzoek der bastaarden tusschen Saccharum officinarum en Saccharum spontaneum. Archief Suikerindustrie in Ned. Indië. Mededeelingen Proefstation III, No. 11, 565—696. 8 Taf., 50 Textfig.
—, 1928: Chromosomal mutations in Saccharum. Recueil trav. botaniques néerlandais **25** a. Vol. jubilaire Hugo de Vries, 82—91. 2 Taf., 3 Textfig.
*Brenner, W., 1927: Der Standort und die ökologischen Faktoren. Bot. Notiser, 145—155.

*Bretschneider, E., 1870: On the study and value of Chinese botanical works, notes on the history of plants and geographical botany from Chinese sources. ill. with 8 Chinese wood cuts. Foochow, Rozario a. Co., 51 S.
Brieger, F., 1928: Über die Vermehrung der Chromosomenzahl bei dem Bastard *Nicotiana tabacum* L. × *N. Rusbyi* Britt. Z. f. i. A. u. V. **47**, 1—53. 1 Taf., 14 Textfig.
*—,1930: Über die Bedeutung der Chromosomenverdoppelung für das Problem der Artentstehung. (Vorläufige Mitteilung.) Ber. dtsch. Bot. Ges. **48**, 95—98.
—, 1930: Untersuchungen an den Bastarden der Arten *Nicotiana Sanderae*, *N. Langsdorfii* und *N. longiflora*. Z. f. i. A. u. V. **54**, 235—239.
Brink, R. A., 1928: Dynamics of the Waxy Gene in Maize. II. The Nature of Waxy Starch. The Biochemical Jour. **22**, 1349—1361. 2 Textfig.
—, 1927: Whence come the rogues in canning peas? Scientific Agric. 8, 163—170.
Broili, J.: *Solanum edinense* Berthault, ein für die Landwirtschaft wertvoller Kartoffelbastard. D. ldw. Presse 1920, 359.
—, Arbeiten mit Wildbastarden von Solanum. Mitt. biol. Reichsanst. f. Land- u. Forstw. 1921, H. 21, 154.
*Brockmann-Jerosch, A., 1917: Die ältesten Nutz- und Kulturpflanzen. Vierteljahrschr. nat. Ges. Zürich **66**, 80—103.
*—, 1925: Die Kulturpflanzen, ein Kulturelement der Menschheit. Festschr. f. K. Schröter. Veröff. Geobot. Inst. Rübel, Zürich, 3. H., 1925, 793—811.
Brotherton, Jr. W., 1919: The heredity of 'rogue' types in garden peas (*Pisum sativum*). Mich. Acad. Sci. Ann. Rpt., **21** (1919), 263—279. Taf. 7, 1 Textfig.
—, 1923: Further studies on the inheritance of „Rogue" types in the garden pea. Jour. agric. Research **24**, 815—852.
—, 1924: Gamete Production in Certain Crosses with „Rogues" in Peas. Ebenda **28**, 1247—1252. 1 Textfig.
Brandstetter, R., 1917: Die Hirse im Kanton Luzern. Auf vergleichender Grundlage. Geschichtsfreund. Stans **72**, 1917, 77.
Bronner, 1857: Die wilden Trauben des Rheintales.
*Brugsch, H. u. Schweinfurth, G., 1891: Ägyptens auswärtige Beziehungen hinsichtlich der Kulturgewächse. Verhdl. Berl. Ges. f. Anthr., Ethn. u. Urgesch. 1891, 649—669.
Buchholz, 1897: Fund eines Leinsamenvorrats in den Überresten einer prähistorischen Wohnstätte bei Frehne (Ostpriegnitz). Zeitschr. f. Ethnol. **29**, 361—362.
Buchinger, A., 1928: Osmotische Analyse der fruchtbaren Aegilops-Weizenbastarde und deren Eltern. Fortschr. d. Ldw. **3**, 1928, 637—639.
—, 1929: Osmotische Analyse eines Linsen-Wicken-Bastards und dessen Eltern. (Versuch einer Erklärung der Patroklinie.) Genetica **11**, 387—398.
*Bukovansky, J., 1914: Welchen Änderungen unterliegen die landwirtschaftlichen Kulturpflanzen unter dem Einfluß von Klima und Boden? Wiener landw. Ztg. **64**, 823—828. 2 Textfig.
Bunten, I., 1930: A preliminary report on the chromosome complement of 'rabbiteared rogues' in culinary peas (*Pisum sativum* L.). American Journal of Botany **17**, 139 bis 142. 1 Tab., 4 Textfig.
Bunyard, E. A., 1914: The history and development of the strawberry. J. Roy. Hort. Soc. London **39**, 541—552. 5 Fig.
—, 1916: The origin of the Garden Red currant. Proc. Linn. Soc. London 1915—1916, 13.
—, 1925: A handbook of hardy fruits. London 1925, 50 S.
*Buschan, G., 1890: Die Heimat und das Alter der europäischen Kulturpflanzen. Corr.blatt dtsch. anthr. Ges. 1890, Nr. 10.
—, 1890: Zur Geschichte des Weinbaus in Deutschland. Verhdl. d. Berl. Anthrop. Ges. Nr. 44.
—, 1891: Zur Kulturgeschichte der Hülsenfrüchte. Dieselben, Nr. 31.
—, 1895: Vorgeschichtliche Botanik der Kultur- und Nutzpflanzen der alten Welt auf Grund prähistorischer Funde. Breslau 1895.
Busse, W., 1925: Die Luzerne in Turkestan. Der Tropenpflanzer **28**, 11—23.
—, 1926: Über deutsche Bastardluzernen. Landw. Jahrbücher **64**, 669—699.
—, 1927: Das Tabaksforschungsinstitut Scafati. Dresden, Verl. Die Tabakswelt, 17 S.

*†de Candolle, A., 1855: Géographie botanique raisonneé **2**.
*†—, 1883: Origine des plantes cultivées 1883 Paris. Deutsch von E. Goeze 1884. Brockhaus Leipzig.
—, 1886: Nouvelles recherches sur le type sauvage de la pomme de terre. Ann. Sc. phys. et natur. de Genève.
de Candolle, A. Pyr., 1824: Memoir on Brassica. Roy. Hort. Soc. London V, 1—43.

Caporn, A. St. Clair, 1918: On a case of permanent variation in the glume length of extracted parental types and the inheritance of purple colour in the cross *T. polonicum* × *Tr. Eloboni*. Jour. Genetics **7**, 259—280.
*Carrier, L., 1923: The beginnings of Agriculture in America.
Carrière, 1869: Origine des plantes domestiques démontrée par la culture du *Radis sauvage*. 24 S. (8°).
Castetter, E. F., 1925: Studies on the comparative cytology of the annual and biennial varieties of *Melilotus alba*. Am. Jour. Bot. **12**, 270—286.
—, 1926: Cytological studies in the Cucurbitaceae I. Microsporogenesis in *Cucurbita maxima*. Ebenda 13, 1—10. 2 Taf.
—, 1928: Species crosses in the genus Cucurbita I. Iowa State Col. Jour. Sci. **2**, 219—227.
—, 1930: Dasselbe II. Am. Jour. Bot. **17**, 41—57. 3 Textfig.
Castetter, E. F. and Erwin, A. T., 1927: A Systematic Study of Squashes and Pumpkins. Iowa Agric. Exp. Sta. Bull. **244**, 107—135. 29 Texfig.
Chevalier, A., 1901: Un ancêtre présumé du Melon cultivé. Bull. Mus. hist. nat. No. 6.
—, 1925: Les folles avoines et leur destruction. Revue Bot. appliquée **5**, 294—298.
—, 1927: Les origines du tabac et les débuts de sa culture dans le monde. Edit. Rev. Nat. Tabacs, Paris.
Chevalier, A. et Roehrich, O., 1914: Sur l'origine botanique des riz cultivés. C. R. Ac. Sc. Paris **159**, 560—562.
*Christ, H., 1879: Das Pflanzenleben der Schweiz. Basel.
*—, 1916 (2. Aufl. 1923): Zur Geschichte des alten Bauerngartens der Basler Landschaft und angrenzender Gegenden. Basel.
Christiansen-Weniger, F., 1929: Die Pflanzenzüchtung in der Türkei. Der Züchter **1**, 250—256.
—, 1930: Die Weizen Anatoliens. Der Züchter **2**, 269—276.
Christie, W., 1912: Untersuchungen über alte norwegische Hafersorten. Fühlings landw. Ztg., 297.
Christoff, M., 1928: Cytological studies in the genus Nicotiana. (4 Taf.) Genetics **13**, 233 bis 272. 4 Taf.
Christoph, K., 1926: Untersuchungen an *Trifolium pratense* L. und *Medicago sativa* L. Z. f. Pflanzenzüchtung **11**, 23—40.
Church, G. L., 1928: Meiotic phenomena in certain *Gramineae* I. Bot. Gaz. **87**, 608—629.
—, 1929: Dasselbe II. Ebenda 88, 63—84.
Clark, J. A., Martin, J. H. and Bell, C. R., 1922: Classification of American wheat varieties. U. S. Dep. Agric. Bull. Nr. 1074, Washington. 238 S.
Clark, J. A., 1924: Segregation and correlated inheritance in crosses between Kota and Hard Federation wheats for rust and drought resistance. Jour. Agr. Res. **29**, 1—47.
Clark, Ch., 1927: Types of sterility in wild and cultivated potatoes. Pap. presented at the Intern. Conf. on Flower and fruit sterility, 289—294.
Clark, C. F., 1929: A Solanum Hybrid. — Resulting from a Cross Between *S. Fendleri* and *S. Chacoense*. (1 Taf., 1 Textfig.) Jour. Heredity **20**, 391—394.
Claus, G., 1922: Zur Frage der Züchtung neuer Kartoffelsorten auf dem Wege der Pfropfung. (1 Taf.) Deutsch. Landwirtsch. Presse **49**, 581.
Clausen, J., 1924: Increase of chromosome numbers in Viola experimentally induced by crossing. Hereditas **5**, 29—32.
Clausen, R. E. and Goodspeed, T. H., 1925: Interspecific hybridization in Nicotiana II. A tetraploid glutinosa-tabacum hybrid, an experimental verification of Winge's hypothesis. (6 Textfig.) Genetics **10**, 278—284.
—, 1926: Dasselbe III. The monosomic tabacum derivative "corrugated" from the sylvestris-tabacum hybrid. Univ. California Publ. Bot. **11**, 83—101.
Clos, 1874: Quelques documents sur l'histoire de la pomme de terre. Journ. d'agric. pratiq. du midi de la France.
Coates, L., 1921: The "Peach-Almond" Hybrid. (2 Textfig.) Jour. Heredity **12**, 328—329.
Coffman, F. A. and Quisenberry, K. S., 1923: A multiflorous variation in Burt oats. (5 Fig.) Ebenda **14**, 185—192.
Coffman, F. A., Parker, J. H. and Quisenberry, K. S., 1925: A study of variability in the Burt oats. Jour. agr. Research **30**, 1—64.
Cogniaux-Harms, 1924: Cucurbitaceae in Engler, Pflanzenreich IV, 275.
Colin, H., 1924: Betterave sucrière et betterave fourragère. C. R. Ac. Sc. Paris **178**, 2120 bis 2121.
Collins, G. N., 1909: A new type of Indian corn from China. U. S. Dep. Agr. Bur. Plant Ind. Bull. **161**.
—, 1912: The origin of maize. Jour. Washington Acad. Sci. **2**, 520—530.
—, 1918: New-place effect in maize. J. Agr. Res. **12**, 231—243.

Collins, G. N., 1919: A fossil ear of maize. Jour. Heredity **10**, Nr. 4, 171—172.
—, 1921: Teosinthe in Mexico. (8 Textfig.) Ebenda **12**, 338—350.
—, 1923: An ear of prehistoric maize that resembles the fossil form, *Zea antiqua*. (2 Textfig.) Ebenda **14**, 61—64.
—, 1925: The "metamorphosis" of Euchlaena into maize. (1 Textfig.) Ebenda **16**, 378—380.
Collins, G. N. and Kempton, J., 1911: Inheritance of waxy endosperm in hybrids of chinese maize. IV. Conf. Génétique Paris, 347—358.
— —, 1914: A hybrid between Tripsacum and Euchlaena. Jour. Wash. Acad. Sci. **4**. 114 bis 117.
— —, 1916: *Patrogenesis*. Jour. Heredity **7**, 106—118.
— —, 1920: A teosinte-maize hybrid. Jour. agr. Res. **19**, 1—37.
Collins, J. L. and Mann, M., 1923: Interspecific hybrids in Crepis II. Genetics 8.
Connors, G. H., 1926: Sterility in peaches. Mem. Hort. Soc. NY. **3**, 215.
*Cook, O. F., 1907: Aspects of kinetic evolution. Proc. Wash. Ac. Sc. **5**/8 1906, 236.
—, 1913: Wild wheat in Palestine. Bureau of Plant Industry U. S. Dep. Agr. Washington Bull. 274, 1—56.
—, 1925: Peru as a center of domestication. (20 Textfig.) Jour. Heredity **16**, 33—46; 95—110.
—, 1927: Barley in Egypt before wheat. Ebenda **18**, 175—176.
Correns, C., 1901: Bastarde zwischen Maisrassen mit besonderer Berücksichtigung der *Xenien*. Bibliotheca botanica **53** (auch in Correns Gesammelte Abhandlungen, 1928).
*—, 1904: Ein typisch spaltender Bastard zwischen einer 1jährigen und einer 2jährigen Sippe des *Hyoscyamus niger*. Ber. dtsch. Bot. Ges. **22**, 517.
—, 1929: Ein Beispiel für die Konkurrenz unter nächstverwandten Pflanzensippen. Arch. f. Entw.-Mech. **116**, 253—266. 2 Textfig.
Costantin, J., 1925: L'origine du Maïs et l'obtention de variétés nouvelles de cette plante. C. R. Ac. Agric. de France **11**, 327—330.
—, 1926: Un nouvel essai sur les pommes de terre montagnardes. Ann. Sci. Natur. Botanique **2**, 355—362.
Costantin, J. et Bois, D. 1910: Sur les graines et tubercules des tombeaux péruviens de la période incasique. Rev. gen. Bot. **22**, 242—265.
Cotte, M. M. J. et C., 1910: Note sur l'ancienneté de la culture du *Secale cereale* L. en Europe. Bull. Soc. Bot. Fr. **57**, 384—391.
Crane, M. B., 1921: Experiments in breeding plums, with a note on peaches. (5 Taf., 3 Textfig.) The Jour. of Pomology **2**, 137—206.
—, 1923: Report on tests of self-sterility and cross-incompatibility in plums, cherries and apples at the John Innes Horticultural Institution II. Ebenda **3**, 1—18.
—, 1926/27: Studies in relation to sterility in plums, cherries, apples and raspberries. Mem. Hort. Soc. New York **3**., Conference on flower and fruit sterility 119—134.
Crane, M. B. and Darlington, C. D., 1927: The origin of new forms in Rubus I. (32 Textfig.) Genetica **9**, 241—278.
Crane, M. B. and Lawrence, W. J. C., 1929: Genetical and cytological aspects of incompatibility and sterility in cultivated fruits. Jour. Pomology and Hort. Science **7**, 276—301.
— —, 1930: Fertility and vigour of apples in relation to chromosome number. Jour. Genetics **22**, 153—164.
Crépin, Ch., 1920—21: Sur un hybride naturel entre *Avena fatua* et *Avena sativa* à glumelles jaunes. Ann. Ecole Nat. Agric. Grignon **7**, 143—154.
—, 1925: Hybridation naturelle d'avoines, C. R. Acad. Agric. France **11**, 974—978.
—, 1927: Les fausses folles avoines: mutations ou hybrides? V. Int. Kgr. Vererb. Z. f. i. A. u. V. Suppl. **1**, 568—575.

Daniel et Delpont, 1913: Un hybride de greffe C. R. Ac. Sc. Paris **156**, 2000.
Dalla Torre, K. W. u. Sarnthein, L., Graf von, 1906: Flora von Tirol und Vorarlberg.
Darlington, C. D., 1927: The behavior of polyploids. Nature **119**, 390—391.
*—, 1928: Studies in Prunus, I u. II. Jour. Genetics **19**, 213—255.
—, 1928: Reversion in black currants. A study of the chromosome complement. Jour. Pomol. and Hort. Science **6**, Nr. 3.
—, 1928: Studies in *Prunus*, I u. II. Jour. Genetics **19**, 213—257, 8 Taf., 25 Textfig.
— 1929: Dasselbe III, Ebenda **22**, 65—92, 32 Textfig.
—, 1929: A comparative study of the chromosome complement in Ribes. Genetica **11**, 267—272, 10 Textfig.
*—, 1929: Polyploids and Polyploidy. Nature **124**, 62—64, 98—100, 2 Textfig.

Darlington, C. D. and Moffett, A. A., 1930: Primary and Secondary Chromosome Balance in Pyrus. Jour. Genetics **22**, 129—152, 41 Textfig.
Darrow, G. M., 1916: Southern strawberries. Jour. Heredity **7**, 531—540.
—, 1920: Are our raspberries derived from American or European species? Ebenda **11**, 178—184, 3 Fig.
—, 1925: The importance of sex in the strawberry. (8 Fig.) Ebenda **10**, 193—204.
—, 1927: Sterility aud fertility in the strawberry. Jour. of Agricult. Research **34**, 393—411.
—, 1927: Everbearing strawberries. U. S. Depart. of Agricult. Farmers Bull. Nr. **901**.
—, 1928: Blackberries of four english varieties are introduced into U. S. Ebenda **1059**.
—, 1929: Inflorescence types of strawberry varieties. (3 Tab., 6 Textfig.) Amer. Jour. of Bot. **16**, 571—585.
—, 1929: Development of runners and runner plants in the strawberry. (10 Taf., 14 Textfig.) U. S. Dept. of Agric. Technical Bulletin **122**, 28 S.
*†Darwin, C., 1867: Entstehung der Arten. Dtsch. von Carus 1878.
*†—, 1868: Das Variieren der Tiere und Pflanzen im Zustande der Domestikation. Deutsch von Carus 1878.
Davies, D. W. and Jones, E. T., 1926: Studies on the inheritance of resistance and susceptibility to crown rust (*P. coronata* Corda) in a cross between selections of Red Rustproof (*A. sterilis* L.) × Scotch Potato (*A. sativa* L.). Welsh. J. Agric. **2**, 212—221.
Decaisne, 1762—1775: Jardin fruitier du Museum. Paris.
*Deininger, E. v., 1891: Pflanzenreste der prähistorischen Fundstätte von Lengyel. in: Wosinsky, Das prähist. Schanzwerk v. Lengyel III, 256—281, Budapest.
Dekaprelevich, L. L. and Kasparian, A., 1928: A contribution to the study of foxtail millet (*Setaria italica P. B. maxima* Alef.) cultivated in Georgia (Western Transcaucasia). B. a. B. **19** II, 533—572.
Dekaprelevich, L. L., 1930: On the obtaining of non vital and semivital combinations in wheat-crosses. (Russisch mit englischer Zusammenfassung.) Proceedings of the U. S. S. R. Congress of Genetics, Plant- and Animal-Breeding (10.—16. I. 1929), **2**, 221—227.
*Delaunay, L. N., 1930: Röntgenexperimente mit Weizen. (7 Textfig.) Ber. Wissenschaftl. Selektionsinst. in Kiew **6**, 32 S.
*—, 1930: Essay of an experimental obtainment of hereditary variations in wheat through the roentgenisation of the young ears. (Russisch.) Proceedings of the U. S. S. R. Congress of Genetics, Plant- and Animal-Breeding (10.—16. I. 1929), **2**, 229—230.
Detjen, L. R., 1917: Breeding southern grapes. (4 Textfig.) Jour. Heredity 8, 252—258.
Detjen, Z.: 1919: Some F_1-Hybrids of *Vitis rotundifolia* with related species and Genera. North Carolina Agr. Exp. St. Bull. **209**.
*Diels, L., 1918: Ersatzstoffe aus dem Pflanzenreich. Stuttgart, 418 S.
Dorsey, M. J., 1919: A study of sterility in the plum. Genetics **4**, 417—488.
Dorst, J., 1924: Knopmutatie bij den aardappel. Genetica VI, 1.
Drosdov, N., 1923: *Triticum monococcum aegilopoides* Asch. + Grb. and *Trit. mon. cereale* in Tauria. B. a. B. **13**/1, 514—524.
Druery, D. F., 1908: The origin of the potato. Nature **79**, 205.
Ducellier, L., 1923: L'hybridation du blé en Algérie, formes speltoides et durelloides. Bull. Soc. Hist. Nat. Afrique du Nord, 164—172.
—, 1930: Espèces et variétés de céréales cultivées en Algérie. (24 Textfig.) Gouvernement Général de l'Algérie, 62 S.
Duchesne, M. fils, 1766: Histoire naturelle des fraisiers. Paris.
Duckart, J., 1923: Faktorenanalyse einer Weizenkreuzung. Diss. Landw. Hochsch.
Dümmler, A., 1922: Der Weinbau mit Amerikanerreben. Durlach, Sélbstverlag.
Dunal, 1852: Solanorum generumque affinium synopsis. Prodromus **13**, I. partie, 37.

East, E. M., 1908: Some essential points in potato breeding. Biennial Rep. of the Agronomist. Connecticut Agr. Exp. Sta. 1908. 430.
—, 1928: Heredity in the Genus Fragaria with Special Reference to the False Hybrids of Millardet. Z. f. i. A. u. V., Supplem. I, 625—630.
—, 1928: The genetics of the genus Nicotiana. Bibliogr. genet. **4**, 243—320.
Eghis, S. A., 1930: Experiments on interspecific hybridization in the genus Nicotiana. II. The fertile hybrids between *N. Tabacum* L. and *N. sylvestris* Speg & Comes. (Russisch mit englischer Zusammenfassung.) (8 Textfig.) Proceedings of the U. S. S. R. Congress of Genetics, Plant- and Animal-Breeding (10.—16. I. 1929) **2**, 571—587.
Eibl, A., 1926: Getreidebau und Getreidesorten im Lungau (Salzburg). (4 Textfig.) Fortschritte der Landwirtschaft **1**, 105—110.
Eig, A., 1928: Notes sur le genre Aegilops. Bull. Société Bot. de Genève Serie 2, vol. XIX, fasc. 2, 1—12 (1 Fig.).

Eig, A., 1929: Monographisch kritische Übersicht der Gattung Aegilops. Fedde Repertorium. (18 Textfig., 18 Taf.) Beih. **55**, 228 S.
Ekimov, V. T., 1929: *Prunus divaricata* in Transcaucasia and the geographical variation of its characters. (Russisch.) Proceedings of the U. S. S. R. Congress of Genetics, Plant- and Animal-Breeding **3**, 211—220.
Elladi, C., 1929: Flax with dehiscent capsules. B. a. B. **22**/2, 455—471.
Emerson, R. A., 1929: Genetic Notes on hybrids of perennial Teosinte and Maize. Am. Nat. **63**, 289—300.
Emerson, R. A. and Beadle, G. W., 1930: A fertile tetraploid hybrid between *Euchlaena perennis* and *Zea mays*. (1 Textfig.) Am. Nat. **64**, 190—192.
Emme, H., 1925: Beiträge zur Cytologie der Gersten. I. Karyotypen der Gersten. Z. f. i. A. u. V. **37**, 229—236.
—, 1927: Zur Cytologie der Gattung *Secale* L. (russisch mit deutschem Resumé). (2 Textfig.) B. a. B., **17**, III, 73—100.
—, 1928: Karyologie der Gattung *Secale* L. Z. f. i. A. u. V. **47**, 99—124. (55 Textfig.)
—, 1929: Über pentaploide Haferbastarde. (1 Taf.) B. a. B. **20**, 585—610.
—, 1930: Karyosystematical investigation of the section *Eu-Avena* Griseb. (Russisch.) Proceedings of the U. S. S. R. Congress of Genetics, Plant- and Animal-Breeding (19. bis 16. I. 1929) **2**, 585—586.
Emme, H. und Schepeljeva, H., 1927: Versuch einer karyologischen Analyse von *Linum usitatissimum* L. (russisch mit deutschem Resumé). (19 Textfig.) B. a. B. **17**, III, 265—272.
*Engelbrecht, Th. H., 1899: Die Landbauzonen der außertropischen Länder. Berlin, Parey.
*—, 1916: Über die Entstehung einiger feldmäßig angebauter Kulturpflanzen. Geogr. Zeitschr. **22**, 328—334.
—, 1917: Über die Entstehung des Kulturroggens. Festschr. f. Eduard Hahn, Stuttgart, 17—21.
*—, 1928: Die Feldfrüchte des deutschen Reiches. Berlin, Arb. Deutschen Landw. Gesellsch. Heft **357**.
Engeldow, F. L., 1914: A case of Repulsion in Wheat. Proc. Cambridge Philosoph. Soc. **27**, Nr. 5, 433—435.
—, 1920: The inheritance of glume length in a wheat cross. I. Jour. Genetics **10**, 109—134.
—, 1923: Dasselbe. II. Ebenda 79—100.
—, 1920: Inheritance in barley I. The lateral floret and the rachilla. Ebenda **10**, 93—108.
—, 1921. II. The awn and the lateral florel. Jour. agr. Sci. **11**, part. 2.
—, 1924: III. idem, continued Jour. Genetics **14**, 49—87.
Engledow, F. L. and Hutchinson, J. B., 1925: Inheritance in wheat II. (2 Textfig.) Jour. Genetics **16**, 19—32.
Engledow, F. L. and Wadham, S. M., 1925: Inheritance in wheat I. Journ. Genetics **16**, 1—18. (1 Taf.)
*Engler, A., 1879: Versuch einer Entwicklungsgeschichte der Pflanzenwelt. I. Teil, Leipzig, 202 S.
*Enomoto, N., 1929: On the physiological difference between the spring and winter types in wheat and barley. Jour. Imp. Agr. Exp. Sta. Tokyo **1**, 107—138.
Erith, A. G., 1924: White clover (*Trifolium repens* L.). (81 Textfig.) A monograph. London, Duckworth a. Co., 150 S.
Erwin, A. T. and Haber, E. S., 1929: Species and varietal crosses in cucurbits. (26 Textfig.) Iowa Station Bulletin **263**, 341—372.
Esdorn, J., 1930: Untersuchungen über die Hartschaligkeit der gelben Lupine. Wiss. Arch. f. Landwirtsch. Abt. A, Pflanzenbau **4**, 497—549.

Fabre, L., 1850/51: De l'Aegilops du midi de la France et de leur transformation en Triticum. C. R. procès-verb. Séanc. Acad. sc. et lettres Montpellier.
Faworski, N., 1927: Vergleichende karyologische Untersuchungen einiger Arten von Lolium. (4 Textfig.) Planta **3**, 282—291.
Federova, N., 1930: Hybridization of Avena sativa with Avena fatua. I. Qualitative characters. (Russisch mit englischer Zusammenfassung.) Bulletin of the Bureau of Genetics **8**, 47—61.
Ferrand, M., 1923: Note sur la caryokinèse des *S. cereale* et sur une cause d'erreur dans la numération de ses chromosomes. Bull. Soc. R. Bot. Belgique **55**.
Firbas, H., 1920: Über Erzeugung von Weizen-Roggen-Bastardierungen. Z. f. Pflanzenzüchtung **7**, 249—252.
Fischer, 1924: Variabilitätsstudien beim Wiesenschwingel. Journ. f. Landwirtschaft **71**, 121—180.

*Fischer, H., 1929: Mittelalterliche Pflanzenkunde. (70 Fig.) Verl. d. Münchner Drucke, München, VIII u. 326 S.
Fischer-Benzon, R. v., 1894. Altdeutsche Gartenflora.
Fisk, E. L., 1925: The chromosomes of *Zea Mays*. (2 Fig.) Proc. Nat. Acad. Sc. Washington **11**, 352—356.
—, 1927: The chromosomes of *Zea Mays*. (3 Taf.) Amer. Jour. Botany **14**, 53—75.
Flaksberger, C., 1908: Bestimmungstabellen der Varietäten der echten Getreidearten nach Koernicke. B. a. B. **1**, Nr. 3—4, 128—137. Deutsch.
—, 1908: Über den Weizen des Gouvernements Tomsk (Sibirien). B. a. B. **1**, Nr. 7—8, 213—222.
—, 1913: *Triticum monococcum* L. (Mit einer Best.-Tabelle.) B. a. B **6**, 669—695.
—, 1914: *Triticum dicoccum* Schrank *dicoccoides* Kcke. russ. Bull. ang. Bot. **7**, Heft 12.
—, 1914: Material zur Kenntnis des Weizens. I. Die Winterrasse des gemeinen Weizens *Triticum vulgare albidum Al. bucharicum m.* (russ. u. dtsch.). B. a. B. **7**, 493—502.
—, 1915: Determination of wheats (Monographie). B. a. B. **8/1**, 1—209.
—, 1915: Bericht über Weizen. Arb. d. Bureau f. ang. Bot. 1906—1915. B. a. B. **8**, 1479 bis 1489.
—, 1922: *Triticum compactum auct.* Notulae syst. et herb. Hort. Petrop. Nr. **8/9**.
—, 1924: On the wheats of Khoresm (Khiwa). B. a. B. **14/1**, 3—25.
—, 1925: Wheat-Einkorn. (New varieties. Table of determination. Map of distribution.) (Russ. m. engl. Rés.) B. a. B. **15/1**, 207—227. (1 Taf., 8 Textfig.)
—, 1926: Liguleless Durum wheats of the island Cyprus. (Russ. m. engl. Rés.) (6 Textfig.) B. a. B. **16/3**, 123—150.
—, 1926: A contribution to the study of wild *monococcum* and *dicoccum* and their phylogenetic connections. B. a. B. **16/3**, 201—224—235.
—, 1928: The emmers (*Triticum dicoccum* Schrnk.) of ancient Egypt and of modern times. (6 Textfig.) B. a. B. **19/1**, 497—518.
—, 1929: Über künstliche und natürliche Klassifikation des Weizens. Fedde Repertorium, Beiheft **56**, 102—123.
—, 1929: Wechselweizen. (3 Textfig.) Angew. Botanik **11**, 553—562.
—, 1930: Ursprungszentrum und geographische Verbreitung des Spelzes (*Tr. Spelta* L.). Dieselbe **12**, 86—98.
van Fleet, W., 1919: New everbearing strawberries. Jour. Heredity **10**, 14—16.
Fletscher, S. W., 1915: *Fragaria virginiana* in the evolution of the garden-strawberry in North America. Proc. Soc. Hortic. Sc. 125—137.
—, 1917: The strawberry in North America. New York, MacMillan Co., 234 S.
Florell, V. H., 1929: The Synthetic Formation of *Avena Sterilis*. Jour. Heredity **20**, 227.
Florin, E. H., 1925: Pollinering och fruktsättning hos päronsorter (Pollination of pears). (9 Textfig.) Meddel. Permanenta Kommittén för Fruktodlingsförsök 1—38.
—, 1927: Pollinering och fruktsättning hos plommonsorter. Ebenda **12**, 1—59.
Florin, R., 1920: Zur Kenntnis der Fertilität und partiellen Sterilität des Pollens bei Apfel- und Birnensorten. (1 Taf.) Acta Horti Bergiani **7**, 1—39.
—, 1924: Körsbärsträdens pollinering. Meddel. fr. perman. Kommittén f. Fruktodlingsförsök, Nr. **1**, 33 S.
—, 1926: Pollen Production and incompatibilities in apples and pears. Mem. Hort. Soc. New York, **3**., Conference on flower and fruit sterility.
*†Focke, W. O., 1881: Die Pflanzenmischlinge. Berlin, Borntraeger.
—, 1910—1914: Species ruborum. 3. Bd. illus. Stuttgart. 67 Abb. Bibliotheca botanica **72**, **72 II**, **83**.
—, 1920: Alte vergehende und neue entstehende Pflanzenarten. Abh. Naturw. Ver. Bremen **24**, 554—559.
*Franz, L. u. Weniger, J., 1927: Die Funde aus den prähistorischen Pfahlbauten im Mondsee. Materialien zur Urgeschichte Österreichs H. 3, vgl. Hofmann.
Freckmann, 1930: Das Sudangras, eine neue Futterpflanze. Dtsch. landw. Presse **56**, 139
Freemann, G. F., 1919: The heredity of quantitative characters in wheat. Genetics **4**, 1—93.
Frimmel, F. v., 1914: Über einige antike Samen aus dem Orient. Vorl. Mitt. Siehe bei Hrozny. 181—194.
†Fruwirth, C., 1923—1928 (letzte Aufl.): Handbuch der Landw. Pflanzenzüchtung. 6 Bände, Berlin, Parey.
—, 1912: Ein Fall einer Knospenvariabilität bei schmalblättriger Lupine. Fühl. Ldw. Ztg. **61**, 433—444.
*—, 1914: Versuche mit direkter Bewirkung bei Kulturpflanzen. Verh. 85. Vers. Ges. dtsch. Naturf. u. Ärzte, Wien 1913, 636.

*Fruwirth, C., 1915: Zur Frage erblicher Beeinflussung durch äußere Verhältnisse. Z. f. Pflanzenzüchtung **2**, 51—63.
—, 1916: Versuche zur Wirkung der Auslese. Dieselbe **3**, 173—224, 395—481.
*—, 1918: Die Umzüchtung von Wintergetreide in Sommergetreide. Dieselbe **6**, 1—46.
—, 1923: Eine auffallende Linsen-Wicken-Bastardierung. Genetica **5**, 481.
—, 1923: Zur „Wicke mit linsenförmigen Samen". Z. f. Pflanzenzüchtung **8**, 89.
—, 1925: Die Genetik der Kartoffel. Bibliogr. genet. **1**, 315—360.
*—, 1927: Linienfestigkeit nach Standortswechsel. Hereditas **9**. (Festskrift för W. Johannsen.) 145—156.
—, 1928: Über eine durch spontane Variabilität entstandene Kartoffelform und über spontane Variabilität der Kartoffel überhaupt. Z. f. Pflanzenzüchtung **14**, 35—79. 12 Textfig.
Fukushima, E., 1929: Preliminary report on Brassica-Raphanus hybrids. Proc. of the Imp. Acad. Tokyo **5**, 48—50.

Gabaev, C. G., 1929: Cucumbers from Asia. B. a. B. **23/3**, 443—471.
†Gaertner, C. F., 1849: Versuche und Beobachtungen über Bastarderzeugung im Pflanzenreich.
Gaines, E. F., 1917: Inheritance in wheat, barley and oat hybrids. Wash. Agr. Exp. St. Bull. **135**, 3—61.
Gaines, E. F. and Aase, H. C., 1926: A haploid wheat plant. (10 Textfig.). Amer. Jour. Bot. **13**, 373—385.
Gaines, E. F. und Stevenson, F. J., 1922: Rye-Wheat and Wheat-Rye Hybrids. (4 Textfig.) Jour. Heredity **13**, 81—90.
Gaiser, L. O., 1926: A list of Chromosome numbers in Angiosperms. Genetica **8**, 401—484.
Gante, Th., 1921: Über eine Besonderheit der Begrannung bei Fatuoid-Heterozygoten. Hereditas **2**, 410—415.
Garber, R. J., 1922: Origin of false wild oats. Ebenda **13**, 40—48.
Garber, R. J. and Quisenberry, K. S., 1923: Delayed germination and the origin of false wild oats. Ebenda **14**, 267—274.
Gard, M., 1913: Sur quelques hybrides de „*Vitis vinifera*" et de „*V. Berlandieri*". Rapports IV^ième Conf. int. Génétique, Paris 1911, 395—396.
*Garner, W. and Alland, H., 1920: Effect of the relative length of day and night and other factors of the environment on growth and reproduction of plants. Jour. of Agr. Research **18**, 553—606.
*— —, 1923: Further studies in photoperiodism, the response of the plant to relative length of day and night. Ebenda **23**, 871—920.
Gassner, G., 1910: Über *Solanum Commersonii* u. *S. C. violet* in Uruguay. Ldw. Jahrb. **39**, 1011—1020. (1 Taf.)
—, 1913: Über Anpassungen der Getreidepflanzen an klimatische Verhältnisse und deren Bedeutung für die Entwicklung des Getreides. Landw. Annalen **52**, 101—103 und 109—112.
*—, 1916: Beiträge zur Frage der Überwinterung und Verbreitung der Getreideroste im subtropischen Klima. Z. Pflanzenkrankh. **26**, 329.
*—, 1919: Untersuchungen über die Sortenempfänglichkeit von Getreidepflanzen gegen Rostpilze. Zentralbl. f. Bakt. u. Paras. II. Abt., **49**, 185—243.
*—, 1919: Beiträge zur physiologischen Charakteristik sommer- und winterannueller Gewächse, insbes. der Getreidepflanzen. Z. f. Botanik **10**, 407—480.
Gassner, G. u. Grimme, C., 1913: Beiträge zur Frosthärte der Getreidepflanzen. Ber. dtsch. Bot. Ges. **31**, 507—516.
*Gates, R. R., 1924: Polyploidy. British Jour. of Experimental Biology **1**, Nr. 2, 153—182.
Gayer, J., 1925: Systematische Gliederung von *Vitis vinifera*. Mitt. dtsch. dendrol. Ges., 284—287.
Geerts, J. M., 1927: The Yield of sugar per unit of surface in Java increases once more by planting the new Cane variety 2878 O. O. J. Yearbook Sugar Technologist Association 95—124.
Gernert, W. B., 1912: A new subspecies of *Zea mays* L. (Fig. a—c). Am. Nat. **46**, 616 bis 622.
*†Gentner, G., 1912: Zur Geschichte unserer Kulturpflanzen. Ber. Bayr. Bot. Ges. München, XIII, 82.
—, 1921 u. 1923: Über Pfahlbaulein u. Winterlein. Faserforsch. I, 94; III, 277—300.
Ghimpu, V., 1928: Contribution à l'étude caryologique du genre Medicago. (9 Textfig.) C. R. Ac. Sc. Paris **187**, 245—247.
—, 1929: Recherches chromosomiques sur les luzernes, vignes, chênes et orges. 14. congr. int. agric. Bukarest, Sonderdruck C 2, 1—7.

Giard, A., 1903: Les faux hybrides de Millardet et leur interprétation. C. r. hebd. Soc. Biol. Paris **55**, 779—782.
*Gilg, E. u. Schürhoff, P., 1926: Die Serodiagnostik in der botanischen Verwandtschaftsforschung. Bot. Jahrb. **60**, 439—450.
*— —, 1926: Aus dem Reiche der Drogen. Geschichtliche, kulturgeschichtliche und botanische Betrachtungen der bekanntesten Drogen. (140 Abb.) Dresden 1926, 275 S.
*— —, 1927: Unsere Erfahrungen über die Brauchbarkeit der Serodiagnostik für die botanische Verwandtschaftsforschung. Ber. dtsch. Bot. Ges. **45**, 315—330.
Gmelin, 1806: Flora badensis I. S. 543.
Goebel, K., 1910: Über sexuellen Dimorphismus bei Pflanzen. Biol. Zentralbl. **30**, H. 20—23.
Goodspeed, T. H., 1930: Inheritance in *Nicotiana tabacum*. IX. Mutations following treatment with X-rays and radium. (4 Textfig.) University of California Publications in Botany **11**, 285—298.
—, 1930: Occurence of triploid and tetraploid individuals in X-ray progenies of *Nicotiana tabacum*. Ebenda **11**, 299—308. (7 Textfig.)
— 1930: Meiotic phenomena characteristic of first generation progenies from X-rayed tissues of *Nicotiana tabacum*. (4 Textfig.) Ebenda **11**, 309—318.
*Goodspeed, T. H. and Avery, P., 1930: Nature and significance of structural chromosome alterations induced by X-rays and radium. (4 Taf.) Cytologia **1**, 308—327.
Goodspeed, T. H. and Clausen, R. E., 1927: Interspecific feature of sylvestris-tabacum hybrids. Univers. Calif. Publ. Botany **11**, 127—140.
—, —, 1928: Interspecific hybridization in Nicotiana. VI. Cytological features of sylvestris-tabacum hybrids. (9 Textfig.) Ebenda **11** (**7**), 127—140.
*Gothan, W., 1930: Die pflanzengeographischen Verhältnisse am Ende des Paläozoikums. Ber. deutsch. Bot. Ges. **48**, 63—65.
Gotoh, K.: Über die Chromosomenzahl von *Secale cereale* L. 1924. Bot. Mag. Tokyo **98**, No. 453, 135—152.
Goulden, C. H., 1926: A genetic and cytological study of dwarfing in wheat and oats. Un. Minnesota Agr. Exp. St. Tech. Bull. **33**.
Govorov, L., 1928: The peas of Afghanistan. (A contribution to the problem of origin of cultivated peas.) (1 Taf., 4 Textfig.) B. a. B. **19/2**, 497—532.
Gowen, J. W., 1920: Self sterility and cross sterility in the apple. Maine Agr. Exp. Sta. Bull. **387**, 61—88.
Gradmann, R., 1901: Der Dinkel und die Alemannen. Württ. Jhrb. f. Statistik u. Landeskunde I.
—, 1909: Der Getreidebau im deutschen und römischen Altertum. Jena 1909.
Graebner, P., 1912: Rückschlagzüchtungen des Maises. Ber. dtsch. Bot. Ges. **30**, 4—10.
Graham, R. J., 1927: Studies in wild rice *Oriza sativa* L. Transact a. Proc. Bot. Soc. Edinburgh **29**, 349—351.
Gravatt, F., 1914: A radish-cabbage hybrid. (2 Fig.) Jour. Heredity **5**, 269—272.
Gregor, T. W. and Sansome, F. W., 1927: Experiments on the genetics of wild populations — I. grasses. (10 Textfig.) Jour. Genetics **17**, 349—364.
Griffee, F., 1927: Chromosome number in species of Hordeum. (2 Taf.) Minnesota Stud. in Biol. Sci. **6**, 319—331.
Grossheim, A. A., 1923: A new variety of wild mountain rye in Transcaucasia. B. a. B. **13/2**, 461—482.
Gyarfas, J., 1930: Eine neue Futterpflanze, das Sudangras. Dtsch. ldw. Presse 1930, **56**, 139.

de Haan, H., 1927: Length factors in Pisum. Genetica **9**, 481.
*Haecker, V., 1926: Umwelt und Erbgut. Hallische Universitätsreden, H. 29, 1—26.
Hahn, E., 1894: Der Hirse, seine geographische Verbreitung und seine Bedeutung für die älteste Kultur. Zeitschr. f. Ethnologie **26**, 603—608.
—, 1896: Die Haustiere und ihre Beziehungen zur Wirtschaft. Heidelberg 1896.
*—, 1911: Die Entstehung des Getreidefeldes. Intern. Wochenschr., 8/9 u. 851—862.
Haldane, J. B. S., 1903: Die Einführung neuer Kartoffelsorten aus Peru- und ihre Bedeutung für die Landwirtschaft. Jhrb. Ver. Spiritusfabr. III, 260—270.
—, 1929: The Species Problem in the light of genetics. Nature **124**, 514—516.
Håkansson, A., 1929: Chromosomenringe in Pisum und ihre mutmaßliche genetische Bedeutung. Hereditas **12**, 1—10. 14 Textfig.
—, 1930: Zytologische Beobachtungen an sog. Speltoidheterozygoten beim Weizen. Sv. Bot. Tidsskr. **24**, 44—57.
Hall, Sir A. D., 1928: Bateson's experiments on bolting in sugar beet and mangolds. Jour. Genetics **20**, 219—232.
*Hanson, F. B., 1930: A possible relation between natural (earth) radiation and gene mutations. Science **71**, 43—44.

Hallquist, C. Br., 1915: Br. (*napus* × *rapa*) Kreuzungen. Bot. Notiser 95—112.
—, 1916: Ein neuer Fall von Dimerie bei *Brassica Napus*. Ebenda, 39—42.
Hansen, W., 1926: Die Sojabohne und ihre Bastardierungen. Pflanzenbau **2**, 241.
Harlan, H. V., 1918: The identification of varieties of barley. U. S. Dep. Agr. Bull. **622**, 32 pp.
—, 1920: Smooth awned barley. Jour. Amer. Agr. Soc. **12**, 205—208.
—, 1929: The Weedishness of Wild Oats. — A reluctant and backbreaking study in adaptation. Jour. Heredity **20**, 515—518. 3 Textfig.
Harlan, H. V. and Hayes, H. K., 1920: The occurrence of the fixed intermedium Hordeum intermedium haxtoni in crosses between *H. vulgare pallidum* × *distichum*. Jour. Agr. Res. **19**, 575—591.
*Harms, H., 1922: Übersicht der bisher in altperuanischen Gräbern gefundenen Pflanzenreste. Selerfestschrift 1922.
*—, 1922: Georg Schweinfurths Forschungen zur Geschichte der Kulturpflanzen. Naturwissenschaften, 1113.
Harrington, T. B., 1930: The relationship between morphologic characters and rust resistance in a cross between *Triticum dicoccum* and *Triticum vulgare*. Canadian Jour. of Research **2**, 295—311.
Harshberger, J. W., 1896: Fertile crosses of Teosinte and Maize. Garden a. Forest **9**, 522—523.
—, 1897: On Mais. Contr. Bot. Lab. Univ. Pennsylvania I, 77.
—, 1901: A study of the fertile hybrids produced by crossing Teosinte and Maize. Ebenda **2** (Nr. 2).
Hartmann, H., 1929: Hybrids between *Pyrus malus* and *Pyrus fusca*. Jour. Heredity **20**, 378—380. 3 Textfig.
Hausknecht, C., 1885: Über Abstammung des Saathafers. Mitt. d. geogr. Ges. Thüringen, Jena III, 231—242.
—, 1892: Dasselbe. Mitteil. Thür. bot. Ver. N. F. II, 1892, 45—48.
—, 1894: Krit. Bemerkungen über einige Avena-Arten. Ebenda, N. F. 6, 1894, 37—45.
—, 1899: Dasselbe. Ebenda N. F. 13 u. 14, 1899, 43—51.
Haunalter, E., 1922: Die Abstammung der Kartoffelsorten. Öst. Ztschr. f. Kartoffelbau, Nr. 12, 45.
Hayek, A. v., 1911: Entwurf eines Cruciferen-Systems auf phylogenetischer Grundlage. Beih. bot. Ctbl. **27**, 127—335.
Hayes, H. K. and Barker, H. D., 1922; The effect of self-fertilisation in Timothy. Jour. Amer. Soc. Agron. **14**, No. 8.
Hayes, H. K., Parker, J. H. u. Kurtzweil, C., 1920: Genetics of rust resistance in crosses of varieties of *Tr. vulgare* with varieties of *T. durum* and *T. dicoccum*. J. agr. Res. **19**, 523—542.
Heckel, E., 1908: Sur les origines de la pomme de terre et sur les mutations gemmaires culturales des Solanums tubérifères sauvages. Ann. Fac. Sc. Marseille **16**, 103—176.
—, 1904—1908: Les mutations gemmaires culturales de la pomme de terre. C. R. Ac. Sc. Paris **139**; **141**; **143**; 144, 1233; **147**; **149**; **153**, 417; **155**, 469, 804; **157**, 484; **160**, 24, 54.
Heckel, E. et Verne, C., 1912: Rajeunissement de la pomme de terre cultivée. Sur le *Sol. tub.* L., S. *Maglia* Schlecht. et *S. immite* Dun. et sur les mutations gemmaires culturales entreprises et réalisées sur ces trois espèces sauvages. Rev. hort. Marseille **58**, 1912, 173—187.
— —, 1913: Nouvelles observations techniques sur les mutations gemmaires culturales de Solanums tubérifères. Bull. séances Soc. nat. agr. France 1913, 1.
Hedlund, T., 1907: Om artbildning ur bastarder. Bot. Notiser 1907. 27—46; 49—61.
—, 1910: Geschlechtswandel bei vegetativer Vermehrung von *Fragaria grandiflora*. Sv. bot. Tidskr. **4**, (76)—(78).
Hedrik, U. P., 1925: Small fruits of New York. N. Y. Agr. Exp. Sta. 33. Ann. Rep. part II N. Y., 600 S.
*Heer, O., 1865: Die Pflanzen der Pfahlbauten. Auch in: VI. Pfahlbautenbericht. Mitt. Ant. Ges. Zürich **15**.
—, 1872: Über den Flachs und die Flachskultur. Zürich (4°) Neuj.blatt d. Nat. Ges. Zürich **74**, 1—26.
†Hegi, G.: Flora von Mitteleuropa. VI Bände 1920—1930 (gebunden in 13 Bd.). Register (auch ein Abschnitt Nutzpflanzen) in Band VI.
†Hehn, V., 1870: Kulturpflanzen und Haustiere in ihrem Übergang aus Asien nach Griechenland und Italien. 1. Aufl. 1870. 8. Aufl. 1913 mit Anm. von Schrader u. A. Engler.
*Heierli, J., 1886: Der Pfahlbau Robenhausen. Mitt. d. Ant. Ges. Zürich **22**, H. 1.
*—, 1887: IX. Pfahlbautenbericht. Dieselben **22**/2.
Heilborn, Otto, 1928: Zytologische Studien über Pollensterilität von Apfelsorten. Svensks bot. Tidskrift **22**, 185—199. 3 Textfig.

Heinze, B., 1913: Einige weitere Beiträge zur Kultur der Leguminosen mit besonderer Berücksichtigung der Stickstoffernährung. Jahresber. Ver. ang. Bot. **10**, 75—114.
*Heitz, E., 1927: Über multiple und aberrante Chromosomenzahlen. Abhandl. d. naturw. Ver. Hamburg **21**, 48—57.
Helweg, L.: Kreuzungsknoten an Kohlrüben und Turnips. Internat. agr. techn. Rdsch. **5**, 1914, 891—895.
—, 1916: De danske Barresstammer, deres Afstamning og Kulturhistorie. Tidsskr. Planteavl. **23**, 289—339.
Heuzé, 1860: Les plantes industrielles. Paris 1860.
Heyne, M., 1901: Das deutsche Nahrungswesen von den ältesten geschichtlichen Zeiten bis zum 16. Jahrhundert. Leipzig, Hirzel.
Himmelbaur, W., 1912: Einige Abschnitte aus der Lebensgeschichte von *Ribes pallidum* O. u. D. Jahrb. Hamb. Wiss. Anst. 3, Beih. **29**, 149.
Hitchcock, A. S., 1922: A perennial species of teosinte. Jour. Wash. Ac. Sc. 1922, **12**, April.
*Hitrovo, V., 1912: Sur la voilure des organes de propagation des plantes messicoles de niveaux différents. Bull. ang. Bot. V, 1912, 103—138. (Russ. u. franz.)
Hoar, C. S., 1916: Sterility as the result of hybridization and the condition of pollen in Rubus. Bot. Gaz. **62**, 370—388, pl. 10—12.
*Hoeck, J., 1900: Der gegenwärtige Stand unserer Kenntnisse von der ursprünglichen Verbreitung der angebauten Nutzpflanzen. Geogr. Ztschr., 5. u. 6. Jhrg.
*Hoernes, M., 1916: Kultur der Urzeit I—III. Slg. Göschen.
Hoffmann, M., 1873: Über eine merkwürdige Variation. Botan. Zeitung **31**, 129—134.
*Hofmann, E., 1924: Pflanzenreste der Mondseer Pfahlbauten. Sitzungsber. d. Akad. d. Wiss. in Wien. Math.-naturw. Kl., Abt. 1, **133**, H. 9, 379—409.
*—, 1926: Vegetabilische Reste aus dem Hallstätter Heidengebirge. Österr. Bot. Zeitschr. **75**, 162—165.
*—, 1928: Urgeschichtliche Pflanzenreste aus niederösterreichischen Höhlen und Tumulis. Dieselbe **77**, 135—146.
Holmberg, O. R., 1930: Ein unzweifelhafter Bastard zwischen *Festuca pratensis* Huds. und *Lolium multiflorum* Lam. nachgewiesen. Bot. Notiser, 91—94. 1 Textfig.
†Hoops, J., 1905: Waldbäume und Kulturpflanzen im germanischen Altertum. Straßburg.
Host, N. Th., 1807, 1809: Icones et descriptiones Graminum austriacorum.
Howard, A. and G. L. C., 1909: The varietal characters of Indian wheats. Mem. Dep. Agr. India Bot. Series 2/7.
— —, 1910: Wheats of India. Calcutta.
Howard, G. L. C., 1916: The wheats of Baluchistan, Khorasan and the Kurram Valley. Mem. Dept. Agr. India. Bot. Series. 8, 1—88.
Howard, G. and Raaman Khan, A., 1924: Studies in Indian oil seeds II. Linseed. Mem. Dept. Agr. India Bot. Series **19**, 153—183.
*Hrozny, T., 1914: Getreide im alten Babylonien. Sitz.ber. Akad. Wiss. Wien 1913, phil.-hist. Kl. **173**, 1. Abt., 1—216.
†Humboldt, A. v., 1871: Ansichten der Natur.
Huber, I. A., 1929: Vererbungsstudien an Gerstenkreuzungen. (3 Textfig.) Biblioth. genet. **14**, 121—172.
Huskins, C. L., 1926: Genetical and cytological studies on the origin of false wild oats. Scient. Agric. **6**, 303—313.
—, 1927: On the genetics and cytology of fatuoid or false wild oats. Jour. Genetics. **18**, 315 bis 364.
—, 1928: Genetical and Cytological Studies of Fatuoid Oats and Speltoid Wheats. V. Int. Kongr. Vererb. Z. f. i. A. u. V., Suppl.-Bd. **2**, 907—916. 9 Textfig.
—, 1928: On the Cytology of speltoid wheats in relation to their origin and genetic behavior. Jour. Genetics **20**, 103—122. 38 Textfig.
Huskins, C. L. and Fryer, J. R., 1925: The origin of false wild oats. Sci. Agric. (Ottawa Canada) VI, 1—13.

Ichijima, K., 1926: Cytological and genetic studies on Fragaria. (2 Taf., 26 Textfig.) Genetics **11**, 590—604.
Ikeno, 1925: Studien über die mutative Entstehung eines „intermedium"-Typus bei Gerste. Z. f. i. A. u. V. **37**, 210—228.
—, 1927: Eine Monographie über die Erblichkeit bei der Reispflanze. Bibliogr. genet. **3**, 313—354.
Iltis, H., 1911: Über einige bei *Zea Mays* L. beobachtete Atavismen, ihre Verursachung durch den Maisbrand, *Ustilago Maydis* D. C. (Corda) und über die Stellung der Gattung Zea im System. Z. f. i. A. u. V. **5**, 38—57.
*Ischer, Th., 1928: Die Pfahlbauten des Bielersees. Biel 1928.

*Ishikawa, M., 1916: A list of the number of chromosomes. Bot. Mag. Tokyo **30**, 404—448.
Ivanov, F. J., 1930: On crosses of tetraploid oat forms (*Av. barbata* Poll., *Av. Brauni* Körn.) among themselves and with hexaploid forms (*Av. sativa* L., *Av. nuda* L. var. *inermis* Körn., *Av. Ludowiciana* Dur., *Av. sterilis* L.). (Russisch mit englischer Zusammenfassung.) (12 Textfig.) Proceedings of the U. S. S. R. Congress of Genetics, Plant- and Animal-Breeding (10—16. I. 1929), **2**, 243—263.
*Ivanov, N. N., 1926: Variation in the chemical composition of the seeds of oleiferous plants in dependence on geographical factors. (Russ. m. engl. Rés.) (2 Textfig.) B. a. B. **16**, No. 3, 3—88.
*—, 1927: On the stability of the chemical composition of leguminous plants and of corn. B. a. B. **17**/2 223—260.
Ivanov, L. A., 1922/23: The present state of the questions of drought resistance. B. a. B. **13**/1, 3—32.
*—, 1928: Solar radiation as an ecological factor. B. a. B, **18**/5, 345—368.
*Ivanov, S. L., 1922—1923: The influence of the climatic factors on the physiologic-chemical characters of the plants. B. a. B. **13**, 483—491.
*Ivanow, S., 1926: Die Evolution des Stoffes in der Pflanzenwelt und das Grundgesetz der Biochemie. (1 Textfig.) Ber. dtsch. Bot. Ges. **44**, 31—39.
*—, 1926: The principal chemical law. B. a. B. **16**/3, 89—122.
—, 1929: Die Klimaten des Erdballs und die chemische Tätigkeit der Pflanzen. Fortschr. d. naturw. Forschung N. F., Heft 5, 39 S.

Jakoushkin, J. V.: Wheats of Crimea. B. a. B. **13**, 1922, 71—147.
*Jahn, A. u. Uhlmann, 1857: Die Pfahlbaualtertümer in Moosseedorf. Bern 1857.
Janczewski, E. de, 1900: Sur la pluralité de l'espèce dans le groseiller à grappes cultivé. C. R. Ac. Sc. Paris **130**, 588—590.
—, 1907: Monographie des groseillers. Ribes L. Mem. Soc. phys. hist. nat. Geneve **35**/3.
—, 1909: Ancêtres des groseillers à grappes. Bull. Soc. nat. d'acclim. de France. Rev. Sc. nat. appl. 1909.
*Jaretzky, R., 1928: Bedeutung der Phytochemie für die Systematik. Arch. Pharmazie **38**, 602—613.
—, 1928: Untersuchungen über Chromosomen und Phylogenie bei einigen Cruciferen. (41 Textfig.) Jahrb. f. wiss. Bot. **68**, 1—45.
Jenkin, T. J., 1924: The artificial hybridisation of grasses. Bull. Welsh Plant Breeding Sta. Ser. H. **2**, 18 S.
Jenkins, J. A., 1929: Chromosome homologies in wheat and Aegilops. Americ. Jour. of Bot. **16**, 238—245. 8 Textfig.
Jensen, H., 1924: Die häufige Unfruchtbarkeit der Ostheimer Weichsel. Gartenflora **73**, 84.
Jesenko, F., 1913: Über Getreide-Species-Bastarde. Z. f. i. A. u. V. **10**, 311—326.
*Jeswiet, J., 1916, 1925: Beschrijving der soorten van het suikkerriet. I. Morphologie van het suik. Arch. Suikerindus. Nederl. Indië **24**, 359—429, 625—636.
*Johannsen, W., 1903: Über Erblichkeit in Populationen und in reinen Linien.
Jones, D. F., 1924: The origin of flint and dent corn. (2 Textfig.) Jour. Heredity **15**, 417 bis 419.
—, 1928: Burbank's results with plums. (7 Textfig.) Ebenda **19**, 358 —371.
Jones, E. T., 1927: Preliminary studies on the absence of yellow colour in fatuoid or false wild oats. Welsh Jour. Agr. III, 221—231.
—, 1930: Morphological and genetical studies of fatuoid and other aberrant grain-types in Avena. Journ. Genetics **23**, 1—68.
—, 1930: Yellow fatuoids in oats. Journ. Heredity **21**, 81—82.
Jørgensen, C., 1928: The experimental formation of heteroploid plants in the genus Solanum. Jour. of Genetics **19**, 133—211.
Jusepczuk, S., 1925: Beiträge zur Kenntnis der Brombeeren des Kaukasus. B. a. B. **14**/3, 139—169.
Juzepczuk, S. W. and Bukasow, S. M., 1929: A contribution to the question of the origin of the potato. (Russ. und engl.). Proc. U. S. S. R. Congress of plant- and animal-breeding, vol. III, 593—611.

Kagawa, F., 1927: Cytological Studies on Triticum and Aegilops. I. Size and shape of somatic chromosomes. La Cellule, Vol. Jub. Grégoire 3e partie **37**, 292—232. 5 Taf., 15 Textfig.
*—, 1927: The comparison of chromosomes among different species in Triticum. Proceed. Imper. Acad. Japan. **3**, 1927, No. 5.
—, 1928: Cytological studies on Triticum and Aegilops. II. On the genus crosses between Triticum and Aegilops. Japan. Jour. Botany **4**, 1—26. 8 Taf.

Kagawa, F., 1928: Cytological studies on pollen formation of the hybrids between Triticum and Aegilops. Ebenda. 345.
—: 1828: On the phylogeny of some cereals and related plants as considered from the size and shape of Chromosomes. Ebenda, 363.
—, 1928: The comparison of chromosomes among different species in Triticum. Proc. Imp. Acad. Japan **3**, 304—306.
—, 1929: A study on the phylogeny of some species in Triticum and Aegilops, based upon the comparison of chromosomes. Jour. of the Coll. of Agric. Imp. Univ. of Tokyo **10**, 173—228.
Kahayama, Y., 1928: The chromosome number in Phaseolus and Allium and an observation on the size of stomata in different species of Triticum. Jour. Sc. Agric. Soc. **303**, 56 bis 66. 8 Textfig.
Kajanus, B., 1911: Genetische Studien an Beta. Z. f. i. A. u. V. **6**, 137.
—, 1912: Genetische Studien an Brassica. Dieselbe **6**, 217—237.
—, 1912: Die Samenrassen von *Lupinus angustifolius* L. und *Lupinus luteus*. Dieselbe **7**, 235—239.
—, 1913: Über die Vererbungsweise gewisser Merkmale der Beta- und Brassica-Rüben. Z. f. Pflanzenzüchtung **1**, I. Beta, 145—186; II. Brassica, 419—463.
—, 1914: Über die Vererbung der Blütenfarbe von *Lupinus mutabilis* Swt. Z. f. i. A. u. V. **12**, 57—58.
—, 1917: Über die Farbenvariationen der Beta-Rüben. Z. f. Pflanzenzüchtung **5**, 357—372.
—, 1917: Über Bastardierungen zwischen *Brassica Napus* L. und *Brassica Rapa* L. Dieselbe **5**, H. 3.
—, 1923: Genetische Untersuchungen an Weizen. Biblioth. genet. V.
—, 1923: Über Ährchenabstand und Ährchenzahl bei einigen Weizenkreuzungen. Hereditas IV, 290—340.
—, 1923: Über die Fertilität in Kreuzungen zwischen verschiedenen Weizenarten. Dieselbe IV, 341—350.
—, 1927: Die Ergebnisse der genetischen Weizenforschung. Bibliogr. genet. III, 142—242.
Kakizaki, Y., 1922: Self sterility in Chinese cabbage. Jour. Heredity **13**, 374—376.
—, 1925: A preliminary account of crossing experiments with cruciferous plants with especial reference to sexual compatibility and matroclinous hybrids. Jap. Jour. Genetics **3**, 1925, 49—82.
Kalt, B., 1918: Die Hintertuxergerste. Kühn-Archiv **7**, 217—240.
Kalt, B. u. Schulz, A., 1919: Über Rückschlagsindividuen mit Spelzeigenschaften bei Nacktweizen der Emmerreihe des Weizens. Ber. dtsch. Bot. Ges. **36**, 669—671.
Kalt, B. und Seelhorst, v., 1919: Zu dem angeblich „raschen Entarten eines Dickkopfweizens". Dtsch. Landw. Presse, 275—278.
Kamlah, H., 1928: Untersuchungen über die Befruchtungsverhältnisse bei Kirschen- und Birnensorten. (8 Textfig.) Die Gartenbauwissenschaft **1**, 10—45.
*Karny, 1925: Methoden der phylogenetischen Forschung. Abderhalden IV, **3**, Heft 2.
Karpetschenko, G. D., 1924: The number of chromosomes and the genetic correlation of cultivated Cruciferae. (Russisch mit englischem Resumé.) (2 Taf.) B. a. B. **13**, 3 bis 14.
—, 1924: Hybrids of ♀ *Raphanus sativus* L. × ♂ *Brassica oleracea* L. (2 Taf., 1 Fig.) Jour. Genetics **14**, 375—396.
—, 1925: Karyologische Studien über die Gattung Trifolium. (Russisch mit deutschem Resumé((2 Taf.) B. a. B. **14**, 271—279.
—, 1925: On the chromosomes of Phaseolinae. (Russisch mit englischer Zusammenfassung; 1 Taf.) B. a. B. **14**, 2, 143—148.
*—, 1927: The production of polyploid gametes in hybrids. Hereditas **9** (Festskrift för W. Johannsen), 349—368.
—, 1928: Polyploid Hybrids of *Raphanus sativus* L. × *Brassica oleracea* L. (3 Taf., 40 Textfig.) Z. f. i. A. u. V. **48**, 1—85.
*—, 1929: Konstantwerden von Art- und Gattungsbastarden durch Verdoppelung der Chromosomenkomplexe. (7 Textfig.) Der Züchter **1**, 133—144.
*—, 1930: A contribution to the synthesis of a constant hybrid of three species. (Russisch mit englischer Zusammenfassung.) Proceedings of the U.S.S.R. Congress of Genetics, Plant and Animal-Breeding (10.—16. I. 1929) **2**, 277—294.
Karpechenko, G. D. and Sorokina, O. N., 1929: The hybrids of *Aegilops triuncialis* L. with rye. (Russisch mit englischer Zusammenfassung; 11 Textfig.) B. a. B. **20**, 563 bis 584.
Kattermann, G., 1929: Eine bemerkenswerte Ährenanomalie in der F_5 einer Kreuzung zwischen Speltoid ♀ und *Aegilops ovata typica* ♂. (1 Taf., 1 Textfig.) Z. f. i. A. u. V. **51**, 373—378.

Kattermann, 1930: Chromosomenuntersuchungen bei Gramineen. Planta **12**, 19—37.
—, 1931: Über die Bildung polyvalenter Chromosomenverbände bei einigen Gramineen. Dieselbe **12**, 732—773.
Kawecka, B., 1925: Etudes sur le pollen des poiriers et des pommiers. Bull. Acad. Pol. Sc., Ser. B. 847—876.
†Keimer, L., 1924: Die Gartenpflanzen im alten Egypten. Hamburg, Hoffmann u. Kampe.
Kempton, J. H., 1919: The ancestry of maize. Jour. Washington Ac. Sc. **9**, 3—12.
—, 1921: Waxy endosperm in Coix and Sorghum. Jour. Heredity **12**, 396—400.
—, 1924: Jala maize, a giant variety from Mexico. Ebenda **15**, 337—341.
*Kern, F., 1930: Die Rassen der Vorgeschichte. Arch. Rassen- u. Ges.-Biologie **22**, 199.
†Kerner, A., 1855: Die Flora der Bauerngärten in Deutschland. Verhdl. zool. bot. Ges. Wien **5**, 787.
Kharitonov, P. A., 1930: The breeding of rye-wheat hybrids. (Russisch.) Proceedings of the U.S.S.R. Congress of Genetics, Plant- and Animal-Breeding (10.—16. I. 1929) **4**, 403—409.
Khintshuk, A., 1929: On the genetics of *Triticum Timopheevi* Zhuk. (Russisch mit englischer Zusammenfassung.) (18 Textfig.) B. a. B. **20**, 625—654.
Kiesselbach, T. A. and Petersen, N. F., 1925: The chromosome number of maize. Genetics **10**, 80—85.
Kiessling, L., 1911: Die Entstehung von Dickkopfweizen (Squarehead) und ähnlichen Formen aus lockerährigem Landweizen. Illustr. Landw. Ztg. **31**, 491—492.
*—, 1911: Untersuchungen über die Keimreifung der Getreide. Landw. Jahrb. f. Bayern **1**, 449—520.
—, 1912: Über eine Mutation in einer reinen Linie von *Hordeum distichum* L. Z. f. i. A. u. V. **8**, 48—78.
—, 1918: Dasselbe, Bastardierungsversuche. Ebenda **19**, 149—159.
Kihara, H., 1919: Über cytologische Studien bei einigen Getreidearten. I. Spezies-Bastarde des Weizens und Weizen-Roggen-Bastarde. Bot. Mag. Tokyo **32**.
—, 1919: Dasselbe. Mitt. II. Chromosomenzahlen und Verwandtschaftsverhältnisse unter *Avena*-Arten. Ebenda **33**, 95.
—, 1921: Dasselbe. Mitt. III. Über die Schwankungen der Chromosomenzahlen bei den Speziesbastarden der Triticum-Arten. (1 Taf., 2 Textfig.) Ebenda **35**, 19—44.
—, 1920: The number and behavior of the chromosomes in the Hybrids Wheat × wheat and wheat-rye experiment made in Japan. Ebenda **33**, 17—38.
—, 1924: Cytologische und genetische Studien bei wichtigen Getreidearten mit besonderer Rücksicht auf das Verhalten der Chromosomen und die Sterilität in den Bastarden. (5 Taf., 117 Textfig.) Mem. of the Coll. of Sc. Kyoto imp. Univ., Ser. B. **1**, 1—200.
—, 1926: Über die Chromosomenverhältnisse bei *Fragaria elatior*. Z. f. i. A. u. V. **41**, 41—42.
—, 1929: Conjugation of Homologous Chromosomes in the genus Hybrids *Triticum* × *Aegilops* and species hybrids of *Aegilops*. (10 Tab., 15 Textfig.) Cytologia **1**, 1—15.
—, 1930: Karyologische Studien an *Fragaria* mit besonderer Berücksichtigung der Geschlechtschromosomen. Dieselbe **1**, Heft 4.
Kihara, H. and Nishiyama, J., 1928: New aspects of chromosome behavior in pollenmother-cells of tri-, tetra- and pentaploid wheat hybrids. (Japanisch mit englischer Zusammenfassung.) (17 Textfig.) Bot. Mag. Tokyo **42**, 221—231.
Kikuti, A., 1924: On the origin of Japanese pears and the inheritance of the skin colours of their fruits. (Jap. Ref.: Jap. J. Bot. 4, 2 1925 [50].) (5 Textfig.) Jap. Jour. Genetics **3**, 1—21.
Killermann, S., 1919: Die Herkunft und Einführung unserer Gartenbohne (*Phaseolus vulgaris* L.). Nat. Woch. N.F. **18**, 305—312.
—, 1919: Zur Geschichte der Johannis- und Stachelbeere. Dieselbe **18**, 344—347.
*Kinzel, W., 1927: Über „selbststeril" gewordene Pflanzen und die „Beseitigung der Unfruchtbarkeit durch künstliche und natürliche Einflüsse". Pflanzenbau **3**, 207—271.
Kirkwood, J. E., 1907: Some features of pollen formation in the *Cucurbitaceae*. Bull. Torrey Bot. Club **34**, 221—242.
Knight, A., 1824: An account of some mule plants. Transact. Roy. Hort. Soc. V, 295—296.
Knowlton, F. H., 1919: Description of a supposed new fossil species of Maize from Peru. Jour. Wash. Ac. Sc. **9**, 134—136.
†Knuth, 1899: Handbuch der Blütenbiologie. Leipzig.
Kobel, F., 1926: Zytologische Abnormitäten bei Apfel- und Birnsorten und ihre Folgen. Act. Soc. helv. Sc. nat. **107**, 205—207.
—, 1926: Die zytologischen Ursachen der partiellen Pollensterilität bei Äpfel- und Birnsorten. (8 Textfig.) Arch. Jul.-Klaus-Stiftung **2**, 39—57.
—, 1927: Zytologische Untersuchungen an *Prunoideen* und *Pomoideen*. (17 Textfig.) Arch. Jul.-Klaus-Stiftung, **3**, 1—84.

Kobel, 1928: Zytologische Untersuchungen an Kern- und Steinobstarten. V. Int. Kongr. Vererb., Z. f. i. A. u. V., Suppl.-Bd. **2**, 927—930.
—, 1929: Zytologische Untersuchungen als Grundlage für die Immunitätszüchtung bei der Rebe. Landw. Jahrb. Schweiz **43**, 231—272.
Kobelev, V. K., 1928: Froments de l'Afghanistan (Les variétés et leur distribution). (Russisch mit französichem Resumé.) (36 Textfig.) B. a. B. **19I**, 1—120.
Kobjakova, 1930: The bottle-gourd (*Lagenaria vulgaris*). B. a. B. **23/3**, 475—520.
Koch, K., 1846: Wanderungen im Oriente. I. Reise nach Trebisond. Weimar, Verl. d. Landes-Industrie-Comptoirs.
Koernicke, F. und Werner, L., 1885: Die Arten und Varietäten des Getreides. Berlin, Parey.
Koernicke, F., 1888: Bemerkungen über den Flachs des heutigen und alten Ägyptens. Ber. dtsch. Bot. Ges. **6**, Heft 8, 380—384.
—, 1889: Wilde Stammformen unserer Kulturweizen. Mitt. d. Niederrh. Ges. Bonn 21.
—, 1908: Die Entstehung und das Verhalten neuer Getreidevarietäten. Arch. f. Biontologie II, 394—437.
Kolenati, F., 1849: Versuch einer systematischen Anordnung der in Grusien einheimischen Reben. Bull. Soc. Imp. Nat. Moscou.
Komuro, H., 1924: Cytological and physiological changes in *Vicia Faba* irradiated with Röntgen rays. (1 Textfig.) Bot. Gaz. **77**, 446—452.
König, E. F. C., 1847: Abbildung und Beschreibung der nützlichsten Getreidearten. Stuttgart.
König, 1930: *Sorghum halepense sudanense.* Fortschr. d. Landw. **5**, 678.
Konstantinow, P. N., 1927: Über die Hybridisierung der *Medicago falcata* L. und *Medicago sativa* L., über die Vererbung, Variabilität der Merkmale der Luzerne. Schriften d. landw. Vers.-Stat. zu Krasny-Kut (Wolga), 14 S.
—, 1930: Beiträge zur Frage der Artbastardierung bei Sommerweizen. (Russisch mit deutscher Zusammenfassung.) Proceedings of the U.S.S.R. Congress of Genetics, Plant- and Animal-Breeding (10.—16. I. 1929) **4**, 177—186.
Kouprianov, J., 1923: On the cultivation of perennial rye (Secale montanum Guss) at the Agr. Exp. St. Sotshi (Caucasus). B. a. B. **13/1**, 509—513.
Kovalevsky, G. V., 1930: Vertical distribution of the cultivated plants in the Republics and autonomic territories of the Caucasus. B. a. B. **22/5**.
Kovarsky, A. E., 1929: The wheats of the mountainous part of the *Crimea.* B. a. B. **22/2**, 79—80.
Kozhuhkow, S., 1925: Karyotypische Eigentümlichkeiten der kultivierten *Cucurbitaceae.* (Russisch mit deutscher Zusammenfassung.) (1 Taf.) B. a. B. **14/2** 89—96.
Kozhukov, Z. A., 1930: Karyological investigation of the genus Cucumis. (Russisch mit englischer Zusammenfassung.) (30 Textfig.) B. a. B. **23**, 357—366.
Kratzer, J., 1918: Die verwandtschaftlichen Beziehungen der *Cucurbitaceen* auf Grund ihrer Samenentwicklung. (Mit spezieller Berücksichtigung der *Caricaceen, Passifloraceen, Aristolochiaceen* und *Loasaceen.*) (60 Textfig.) Flora N. F. **10**, 275—343.
Krause, E. H. L., 1910: Die Heimat des Spelzes. Naturw. Wochenschr. N. F. **9**, 412.
—, 1911: Legende vom begrannten Sommerweizen. Dieselbe N. F. **10**, 189.
—, 1911: Schwarzer Hafer und Flughafer. Dieselbe N. F. **10**, 248—250.
*—, 1911: Zur Vorgeschichte des Sommerkorns. Dieselbe N. F. **10**, 424—425.
—, 1911: Zur Vorgeschichte von Kresse und Waid. Dieselbe N. F. **10**, 453—454.
*—, 1911: Die Vegetationsverhältnisse Mitteleuropas während der paläolithischen Zeiten. Dieselbe N. F. **10**, 785.
—, 1911: Die Weizenarten Elsaß-Lothringens und der umliegenden Länder. Landw. Jahrb. **41**, 337—371.
—, 1912: Mutmaßliche Stammformen des Weinstockes. Naturw. Wochenschr. N. F. **11**, 251—253.
—, 1914: Besonderheiten der Elsaß-Lothringer Flora. Verhdl. 19. dtsch. Geogr.-Tag., Straßburg, 161 u. Mitt. d. philomath. Ges. Els.-Lothr. 1914.
Krause, F., 1919: Zur Samenbestimmung der Arten und Varietäten von *Brassica* und *Raphanus.* (4 Taf.) Landw. Jahrb. **54**, 321—336.
Krause, J. W., 1834—1855: Abbildungen und Beschreibung aller bis jetzt bekannten Getreidearten mit Angabe ihrer Kultur und Nutzen. Leipzig 1855 (1. Heft 1834).
Krause, K., 1927: Über die Heimat der Kirsche und ihr Vorkommen im pontischen Kleinasien. Naturwissenschaften **15**, 425—428.
Krause, K. E. H., 1890/91: Die Bohne und die Vietzebohne. Jahrb. d. Ver. f. niederdtsch. Sprachforsch., 53—65.
Kremer, E., 1923: Beiträge zur Kenntnis des Winterleins. Faserforschung **3**, 181—217.
Krüger, 1922: Über Zuckergehalt von *Beta maritima.* Blätter f. Zuckerrübenbau **29**, 58.

*Kuckuck, H., 1930: Die Entstehung von Wintertypen nach Kreuzung von Sommertypen bei Gerste. I. Mitteilung. (13 Textfig.) Z. f. i. A. u. V. **53**, 1—25.
Kuhn, E., 1930: Die Geschlechtsformen bei *Fragaria* und ihre Vererbung. (6 Textfig.) Der Züchter **2**, 2—11.
Kuleshow, N. N., 1928: Some peculiarities in the maize of Asia. B. a. B. **19**/2, 325—374.
—, 1929: Geographical distribution of maize in the world. B. a. B. **20**, 475—510.
*Kutznetzova, E. S., 1928: Geographical variation of the vegetation period in cultivated plants. (Russisch mit englischem Resumé.) (8 Karten) B. a. B., **21**I, 321—446.
Kuwada, Y, 1919: Die Chromosomenzahl von *Zea Mays*. Ein Beitrag zur Hypothese der Individualität der Chromosomen und zur Frage über die Herkunft von *Zea Mays*. Jour. College of Sc. Tokyo **39**.
—, 1925: On the number of chromosomes in Maize. (4 Textfig.) Bot. Mag. Tokyo **39**, 227—234.
—, 1926: On the structure of the anaphasic chromosomes on the somatic mitosis in *Vicia Faba*, with special reference to the so-called longitudinal split of chromosomes in the telophase. (1 Taf.) Mem. Coll. Sci. Kyoto Imp. Univ., Ser. B. **2**, 1—13.
Kuzmina, N. E., 1927: On the chromosomes of *Beta vulgaris* L. (Russian with English Summary.) (1 Taf., 2 Textfig.) B. a. B., **17**III, 241—252.
Kvaale, E., 1926: Abortive and sterile apple pollen. Mem. Hort. Soc. N. Y. **3**, 399—408.

Lacy, M. C., 1913: The results obtained by crossing *Zea Mais* L. and *Euchlaena mexicana* Schrad. Am. Nat. **47**, 511—512.
Langethal, 1866: Die Süßgräser. 1. Aufl. 1847, 4. Aufl. 1866, Jena.
Larionow, D., 1910: Ein Fundort des wilden Einkorns (russ.). B. a. B. **3**, 7—16.
—, 1913: Zum Artikel: „Ein Fundort des wilden Einkorns (*Triticum monococcum* L.) in Rußland". (Russisch und deutsch). B. a. B. **6**, 667—668.
—, 1914: Einige Bemerkungen über die Genesis der Kulturformen der Gattung *Triticum*. (Russisch und deutsch). Dasselbe **7**, 363—379.
—, 1929: Zur Frage über den phylogenetischen Zusammenhang zwischen zweizeiliger und vielzeiliger Gerste (*Hordeum sativum distichum* L. u. *H. vulgare polystychum* Doll.). Angew. Bot. **11**, 274—284.
Lathouwers, V., 1920: Variations speltoides dans les lignées pures de Froment et dans une population d'épeautre. Bull. Soc. Roy. Bot. de Belgique **63**.
—, 1924: Étude génétique de deux variations speltoides. Dieselbe **57**, 79—106.
—, 1924: Variations speltoides apparues dans les lignées pures de froment et d'épeautre. Congrès Assoc. Franc. Avanc. Sci. Liège.
—, 1928: Étude de certaines Variations speltoides apparues dans les Lignées pures de Froment. V. Int. Kongr. Vererb., Z. f. i. A. u. V., Suppl.-Bd. **2**, 953—972.
Laxton, V., 1874: Autumn-bearing raspberry. Gard. Chron. **2**, 466.
Leeke, P., 1907: Untersuchung über Abstammung und Heimat der Negerhirse, *Pennisetum americanum* Schum. Z. f. Naturw., Halle **79**, H. 1 u. 2, Diss. Halle.
Leighty, C. E., 1915: Natural wheat-rye hybrids. Jour. Am. Soc. Agron. 209—216. (1 Taf.)
—, 1916: Carmans wheat-rye hybrids. Jour. Heredity **7**, 420—427.
—, 1920: Natural wheat-rye hybrids. Ebenda **11**, 129—136.
Leighty, C. E. and Boshnakian, S., 1921: Genetic behavior of the spelt form in crosses between *Tr. Spelta* a. *Tr. sativum*. Jour. Agr. Res. **22**, 335—364. (1 Taf.)
Leighty a. Taylor, 1924: „Hairy Neck" Wheat segregates from wheat rye hybrids. Jour. Agr. Res. **18**, 567—576.
Leighty, C. E. and Sando, W. J., 1927: A trigeneric hybrid of *Aegilops Triticum* and *Secale*. (5 Taf.) Jour. Heredity **18**, 433—442.
— —, 1928: Natural and artificiel hybrids of a chinese wheat and rye. Ebenda **19**, 23—27.
Leighty, C. E., Sando, W. J. and Taylor, J. W., 1926: Intergeneric hybrid in *Aegilops, Triticum* and *Secale*. (18 Fig.) Jour. Agr. Res. **33**, Nr. 2, 101—141.
Lenz, O., 1859: Botanik der alten Griechen und Römer. Deutsch in Auszügen aus deren Schriften. Gotha, Thienemann.
*Lesage, P., 1923: Sur la persistance des caractères provoqués par la salure. C. R. Ac. Sc. Paris **176**, 257—260.
Levan, A., 1930: Beitrag zur Kenntnis der Chromosomen in der Gattung *Dactylis* L. (40 Textfig.) Bot. Notiser 93—104.
*Levitzky, G. A., 1925: Karyo- und genotypische Veränderungen im Evolutionsprozeß. (Russisch). B. a. B. **15**/5, 3—28.
—, 1927: Die Bildung bivalenter Chromosomen in der Gonogenese von *Beta vulgaris* L. (41 Textfig.) Planta **3**, 100—114.

Levitzky, G. A. and Benetzkaja, G. K., 1927: On the karyotype of *Solanum tuberosum.* (Russian with English Summary). (1 Taf., 11 Textfig.) B. a. B. **17/3**, 289—303.
— —, 1930: Cytological investigation of constant intermediate rye-wheat hybrids. (Russisch mit englischer Zusammenfassung.) (1 Taf., 2 Textfig.) Proceedings of the U.S.S.R. Congress of Genetics, Plant- and Animal-Breeding (10.—16. I. 1929) **2**, 345—352.
Levitzky, G. A. and Kuzmina, N. E., 1927: Karyological investigations on the systematics and phylogenetics of the genus Festuca (Russian with English summary). (6 Taf.) B. a. B. **17**, 3—36.
Lewicki, S., 1922: A new mutation in *Triticum durum* and its importance for the phylogenesis of wheat. (Poln. m. engl. Rés.). (1 Taf.) Mem. Inst. nat. Pol. d'écon. rurale à Pulawy **3**, 62—82.
—, 1922: Sur les rares hybrides: ♀ *T. polonicum* var. *eucompactum* Asch. et Graebner × ♂ *T. monococcum* var. *flavescens* Kcke. (1 Taf.) Ebenda **3**, 343—356.
*—, 1927: Différences biologiques entre les blés d'hiver et les blés de printemps I. u. II Ebenda **8**, 147—224, 347—416.
Lewicki, St. u. Datkiewiczowna, B. 1923: Sur les hybrides du froment avec l'Aegilops. Mem. Inst. nat. Pol. d'écon rur. Pulawy **4**, 328—340.
Lidforss, B., 1914: Studier over artbildningen inom släktet Rubus I. Arkiv för botanik **4**, Nr. 6, 1905, 41 S.
—, 1907: Studier over artbildningen inom släktet Rubus II. Ebenda **6**, Nr. 16, 43 S.
—, 1907: Über das Studium polymorpher Gattungen. Bot. Notiser 241—261.
—, 1914: Résumé seiner Arbeiten über Rubus. Z. f. i. A. u. V. **12**, 1—13.
Liepin, T., 1929: Inheritance of quantitative characters in durum wheats. I. Inheritance of glume-length in the crosses *Triticum polonicum* L. × *Triticum durum* Desf. (Russisch mit englischer Zusammenfassung). Bulletin of the Bureau of Genetics **7**, 41—68. (3 Textfig.)
—, 1930: Dasselbe. II. Inheritance of the length of apical tooth in a *Triticum durum* × *Triticum persicum* cross. (Russisch mit englischer Zusammenfassung). (1 Textfig.) Ebenda **8**, 19—45.
Lindenbein, W., 1929: Cytologische Untersuchungen über die Sterilitätsursachen einiger Stein- und Kernobstsorten. (37 Textfig.). Gartenbauwissensch. **2**, 133—157.
Lindhard, E., 1921: Der Rotklee bei natürlicher und künstlicher Zuchtwahl. Z. f. Pflanzenzüchtung **8**, 95—120.
—, 1922: Zur Genetik des Weizens. Eine Untersuchung über die Nachkommenschaft eines im Kolbenweizen aufgetretenen Speltoidmutanten. Hereditas III, 1—90.
—, 1923: Fortgesetzte Untersuchungen über Speltoidmutationen. Ebenda **4**, 206—220.
—, 1927: Über Ährendichte und Spaltungsmodi der Speltoidheterozygoten. Kong. Veter. og Landb. Hoogesch. Aarsskrift 1—37.
Lindhard, E. u. Iversen, K., 1919: Vererbung von roten und gelben Farbenmerkmalen bei Beta-Rüben. Z. f. Pflanzenzüchtung **7**, 1—18.
*Link, H. T., 1816: Über die ältere Geschichte der Getreidearten. Abh. Ak. Wiss. Berlin 1816—1817, 123.
*—, 1826: Dasselbe. II., Ebenda 67.
Lippmann, E. O. v., 1925: Geschichte der Rübe (*Beta*) als Kulturpflanze von den ältesten Zeiten an bis zum Erscheinen von Achards Hauptwerk 1809. Festschrift. (1 Textfig.) Berlin, Springer VII u. 184 S. gr. 8°.
—, 1926: Zur Geschichte der Rübe. Leopoldina **1**, 50—54.
Lissitzyn, P., 1925: Russian cultivated clover. (Rus. m. engl. Rés.) B. a. B. **15**, Nr. 4, 1 bis 208. (6 Textfig.)
Ljubomirov, D., 1927/28: On the cultivation of emmer in Russia until the middle of the XVIII. century (russ. mit engl. Zus.). B. a. B. **18**, I, 67—96.
*Ljungdahl, H., 1924: Über die Herkunft der in der Meiosis konjugierenden Chromosomen bei Papaver Hybriden. Sv. Bot. Tidskr. **18**, 279—291.
Lock, R. H., 1907: On the inheritance of certain invisible characters in peas. Proc. Roy. Soc. London **79**, 28—34.
Longley, A. E., 1923: Cytological studies in the genera Rubus u. Crataegus. Am. Nat. **57**, 508—569.
—, 1924: Chromosomes in Maize and Maize Relatives. Jour. agr. Res. **28**, 673—681.
—, 1924: Cytological studies in the genus Rubus. Am. Jour. Bot. **11**, 249.
—, 1926: Chromosomes and their significance in strawberry classification. Jour. Agric. Research **32**. (2 Textfig.) 559—568.
Longley, A. E. and Darrow, G. M., 1924: Cytological studies of diploid and polyploid forms in raspberries (*Rubus*) I. (2 Pl.) Jour. Agr. Res. **27**, 737—748.

Longley, A. E. and Sando, W. J., 1930: Nuclear divisions in the pollen mother cells of *Triticum*, *Aegilops*, and *Secale* and their hybrids. (8 Tab., 9 Textfig.) Jour. Agr. Res. **40**, 683—719.
Longworth, 1846: Report on the cultivation of the strawberry. Rep. of the Transactions of the Cincinnati Hort. Soc. 59—61.
Lorenz, P., 1929: Kreuzungsmöglichkeiten in der Gattung Ribes. Der Züchter **1**, 66—68.
Love, H. and Craig, W., 1919: The synthetic production of wild wheat forms. Jour. Heredity **10**, 50—65. (10 Fig.)
— —, 1919: Fertile wheat-rye hybrids. (11 Fig.) Ebenda **10**, 194—207.
Lund u. Kiaerskou, 1885: Morphologisk anatomisk beskrivelse af Brassica. 149 S. 16 Taf.
Lundegårdh, H., 1914: Zur Kenntnis der heterotypischen Kernteilung. Arch. f. Zellf. **13**, 145—157.
—, 1925: Klima und Boden in ihrer Wirkung auf das Pflanzenleben. (2 Karten, 113 Textfig.) Jena, Fischer, 400 S.
Lutkov, A. N., 1930: Interspecific hybrids of *Pisum humilis* Boiss × *Pisum sativum* L. (Russisch mit englischer Zusammenfassung.) (6 Textfig.) Proceedings of the U.S.S.R. Congress of Genetics, Plant- and Animal-Breeding (10.—16. I. 1929) **2**, 353—367.

*Macalister, R. A., 1912: The excavation of Gezer (3 vol.) Palestine Exploration fund. London, Murray, 3 vol.
Macoun, W. T., 1928: The Mc. Intosh Apple a Parent in Breeding New Varieties. V. Int. Kongr. Vererb., Z. f. i. A. u. V., Suppl.-Bd. **2**, 1087—1089.
*Mäder, W., 1927: Messungen des osmotischen Wertes bei Grenzplasmolyse bei floristisch verschiedenen Winterweizen- und Wintergerstensorten. (2 Textfig.) Fortschr. d. Landwirtschaft **2**, 409—412.
*Magnus, W., 1908: Weitere Ergebnisse der Serodiagnostik für die theoretische und angewandte Botanik. Ber. dtsch. Bot. Ges. **26**, 532—539.
*—, 1909: Die Erkennung von Mehlverfälschungen durch die serumdiagnostische Methode. Ldw. Jhrb. **38**, Ergz.-Bd. V, 207—215.
*—, 1912: Hemmungsstoffe und falsche Keimung. Ber. dtsch. Bot. Ges. **38** (19.) Gen.-Vers.-Heft.
*Magnus, W. u. Friedenthal, H., 1906: Ein experimenteller Nachweis natürlicher Verwandtschaft bei Pflanzen. Ber. dtsch. Bot. Ges. **24**, 601.
*— —, 1907: Über die Spezifizität der Verwandtschaftsreaktion der Pflanzen. Dieselben **25**, 242—247.
*— —, 1908: Über die Artspezifizität der Pflanzenzelle. Dieselben 337—340.
Maissurian, N. A., 1929/30: The millet of Georgia. B. a. B. **22**/2, 149—184.
Malinowski, E., 1916: Über die durch Kreuzung hervorgerufene Vielförmigkeit beim Weizen (poln. u. dtsch. (5 Fig., 5 Tafeln) C. R. Soc. Sc. Varsovie **9**, 733—756.
—, 1918: Etudes sur les hybrides du froment. (Polnisch mit frz. Zusammenfassung 129 bis 220). (10 Taf., 33 Fig., 35 Tabellen). Trav. Soc. Scienc. Varsovie **30**, 220 S.
—, 1925: Die Sterilität der Bastarde im Lichte des Mendelismus. Z. f. u. A. u. V. **22**, 225 bis 233.
—, 1925: Sur les phénomènes de linkage d'ordre supérieure. C. R. Soc. Biol. **93**, 1395—1396.
—, 1925: Les phénomènes de linkage qui ne peuvent pas être expliqués par la théorie de Morgan. Acta Soc. Bot. Pol. **3**, 283—289.
—, 1925: Sur l'hérédité de la forme des glumes et des épillets du froment dans les croisements *Tr. polonicum* × *Tr. dicoccum*. Ann. Sci. Agri. Poznan **14**.
—, 1926: Linkage phenomena in wheat. Jour. Genetics **17**, 157—185.
*—, 1927: The hypothesis of Chromosome affinity and the phenomenon of suppression of characters on crossing. Jour. Genetics **18**, 223—232.
—, 1929: Genetics of Brassica. (1 Textfig.) Bibliographia Genetica **5**, 1—26.
Mall, 1912: Die Ergebnisse verschiedener Getreidebastardierungen. D. Landw. Presse **39**, 164.
Malzew, A. J., 1925: Johnson grass, a noxious weed in Sudan Grass. (4 Fig.) B. a. B. **14**/1, 280—292.
—, *Brassica dissecta* Boiss. as a special weed of the flax sowings in the south of Russia. B. a. B. **13**/2, 277—278.
Mangelsdorf, A. J., 1927: Origin of the garden strawberry. (4 Textfig.). Jour. Heredity **18**, 177—184.
Mangelsdorf, A. J. and East, E. M., 1927: Studies on the genetics of Fragaria. Jour. Heredity **12**, 307—339.
Maney, T. J. and Welter, W. A., 1928: Chromosome characteristics of *Malus ioensis* and one of its large fruited forms. (2 Textfig.) Proc. Amer. Soc. Hort. Sc. **25**, 115—116.
Marquand, C. V. B., 1921: *Avena strigosa segregates*. Bot. Soc. and Exchange Club of Brit. Isles Rep.

MARQUAND, C. V. B., 1922: Varieties of oats in cultivation. Welsh Plant breed. St. Bull. Ser. C, Nr. 2.
MARTENS, G. v., 1860: Die Gartenbohnen. Stuttgart (2. Aufl. 1869), 4°.
MARTINET, 1914: Sur un croisement entre le blé ordinaire (*Tr. vulgare*) et le blé sauvage (*Tr. dicoccoides*). Bull. Soc. Vaudoise Sci. nat. **50**; Proc. Verb. 55—58.
MARTZENITZINA, K. K., 1927: The chromosomes of some species of the genus *Linum* L. (Russian with English Summary). (1 Taf.) B. a. B. **17/3**, 253—264.
MATHIS, P., 1925: Die Bedeutung der Kreuzungen zwischen *Triticum vulgare* und *Triticum dicoccum* für die Weizenzüchtung. (3 Taf.) Dissertation Berlin Ldw. Hochschule und Ang. Bot. **7**, 269—303.
*MATHEWS, A. P., 1913: Adaptation from the point of view of the physiologist. Am. Nat. **47**, 90—104.
*MATLAKOWNA, M., 1926: Mittelalterliche Pflanzenreste aus Samogitien und einige Bemerkungen über die Abstammung der Getreidearten. (1 Fig.) Acta Soc. Bot. Polon. **3**, 196—241.
†MAURIZIO, A., 1927: Die Geschichte unserer Pflanzennahrung von der Urzeiten bis zur Gegenwart. (90 Textfig., 1 Taf) Berlin, Parey, 500 S.
*MAXIMOW, N. A., 1913: Experimentelle und kritische Untersuchungen über das Gefrieren und Erfrieren der Pflanzen. Jahrb. wiss. Bot. **53**, 327—420.
*—, 1925: Zur physiologischen Charakteristik des Lichtklimas der Gewächshäuser in Leningrad. Bull. jard. Bot. Len.
*MAXIMOW and POJARKOVA, 1925: On the physiological nature of winter and spring forms of cereals. B. a. B. **14/1**, 211—234.
MAYER-GMELIN, H., 1917: De kruising van roode ongebaarde Spelt met fluweelkaf-Essextarwe, een voorbeeld van Factoren-analyse. (2 Taf.) Cultura **29**, 140—158.
—, 1925: Over *Beta maritima* L. (1 Textfig.) Landbouwk. Tijdschr. **37**, 45—52.
—, 1925: Vergleichende Anbauversuche zwischen *Beta maritima* L. und der Zuckerrübe. Pflanzenbau **1**, 299—301.
MAYR, E., 1927: Schoß- und Blütezeiten verschiedener Gräserarten und -provenienzen in Tal und Höhenlagen des unteren Pinzgaues. Fortschritte d. Landwirtschaft, 2. Jahrg., Heft 10.
—, 1928: Die Getreidelandsorten im Salzachtal. Scholle-Verlag, Wien.
MCFADDEN, E. A., 1917: Wheat-rye hybrids. Jour. Heredity **8**, 385. (1 Fig.)
MCKAY, J. W., 1930: Chromosome numbers in the Cucurbitaceae. Bot. Gaz. **89** (Nr. 4), 416—417.
MEISTER, G. K., 1921: Natural Hybridization of Wheat and Rye in Russia. Jour. Heredity **12**, 467—470.
—, 1928: Das Problem der Speciesbastardierung im Lichte der experimentellen Methode. (6 Textfig.) V. Int. Kongr. Vererb., Z. f. i. A. u. V., Suppl.-Bd. **2**, 1094—1117.
MEISTER, G. C. and N. 1924: Wheat rye hybrids (russ. u. engl.) Their morphogenesis and the problem of the creating of winter resistant varieties of wheat. Contr. Saratow Agr. Exp. Stat. 1924, 219 S. (1918 u. 1919 cf. in B. a. B. **14/1**, 203).
MEISTER, N. G., 1930: On the form building process in the rye-wheat hybrids of the wheat group. (Russisch mit englischer Zusammenfassung.) Proceedings of the U.S.S.R. Congress of Genetics, Plant- and Animal-Breeding (10.—16. I. 1929) **2**, 369—380.
MEISTER, N. and TJUMJAKOFF, N. A., 1928: Rye-wheat hybrids from reciprocal crosses. (1 Taf., 4 Textfig.) Jour. Genetics **20**, 233—246.
MELBURNE, M. C., 1929: Heterotypic prophase in the absence of chromosome pairing (wheat × rye hybrid). (4 Taf., 44 Textfig.) Canadian Journal of Agr. Research **1**, 512—527.
MELBURNE, M. C. and THOMPSON, W. P., 1927: The cytology of a tetraploid wheat hybrid (*Triticum spelta* × *Tr. monococcum*). (2 Textfig.) Amer. Journ. Botany **14**, 327—333.
MENDEL, G., 1866 und 1870: Versuche über Pflanzenhybriden. Herausg. v. Tschermak in Ostwalds Klassiker Nr. 121.
MERKENSCHLAGER, F., 1928: Die nordische und mediterrane Gelblupine. (7 Textfig.) Pflanzenbau **5**, 147—152.
MESSIKOMMER, H., 1883: Sämereien und Früchte aus der Pfahlbaute Robenhausen. Z. f. Ethnologie **15**, (233)—(236).
*—, 1913: Die Pfahlbauten von Robenhausen. Zürich 4°.
*METCALF, M. M., 1913: Adaptation through natural selection and orthogenesis. Am. Nat. **47**, 65—71.
METZGER, J., 1824: Europäische Cerealien.
—, 1833: Systematische Beschreibung der kultivierten Kohlarten.
MEURMAN, O., 1925: The chromosome behavior of some dioecious plants. Soc. Scient. Fennica Commentationes Biol. **2**, 1—104.
—, 1928: Cytological studies in the genus *Ribes* L. Hereditas XI, 294—356.

*Meyer, E., 1926—1930: Geschichte des Altertums. 5. Aufl.
*Meyer, Fr., 1929: Serologische Studien über Gattungsbastarde, Pfropfbastarde und Artbastarde. Beitr. zur Biol. der Pfl. **17**, 301—350.
*Mez, C., 1926: Die Bedeutung der Serodiagnostik für die stammesgeschichtliche Forschung. Bot. Arch. **16**, 1—23.
Michaelis, H., 1919: Zur Geschichte der Lupine. Ber. d. dtsch. Pharmaz. Ges. 1919, H. 6.
Miczynski, C., 1924: Sur deux nouveaux hybrides du froment. (2 Textfig.) Mém. Inst. de Génétique Varsovie livr. **2**, 131—138.
Miczynski, K. jun., 1927: A contribution to the cytology of wheats, pol. m. engl. Zus. Acta Soc. Bot. Poloniae **5**, 1—9.
Miège, E., 1924: Les formes maroccaines de *Tr. monococcum* L. Bull. Soc. Sc. Nat. du Maroc IV, Nr. 7.
—, 1925: Sur la présence au Maroc de *T. dicoccum*. Ebenda V, Nr. 3.
—, 1926: Apparition de *Triticum durum* Desf. dans la descendance d'hybrides de deux *Triticum vulgare* Vill. C. R. Ac. Sc. Paris **182**, 1096—1098.
—, 1928: Complexité de la Descendance de deux Hybrides intraspécifiques. Valeur génétique du Groupe *Triticum inflatum* Vav. (4 Textfig.) V. Int. Kongr. Vererb., Z. f. i. A. u. V., Suppl.-Bd. **2**, 1118—1121.
Millardet, A., 1891: Essai sur l'hybridation de la vigne
—, 1895: Histoire des principales variétés et espèces de vignes d'origine américaine qui résistent au Phylloxera. Mem. Soc. sc. phys. et nat. Bordeaux II, 1891.
—, 1894: Note sur l'hybridation sans croisement ou fausse hybridation. Ebenda, 4. sér., t. IV.
—, 1901: Note sur la fausse hybridation chez les Ampélidées. Rev. Viticole XVI, 677—680.
Miller, P., 1759: Gardener's dictionary. Figures of beautiful useful and uncommon plants. Th. Martyn, London.
Mitrofanova, K. S., 1927: Zum Studium einiger Kreuzungen zwischen Haferarten. (Russisch mit dtsch. Zusammenfassung.) Jour. f. Landwirtschaftl. Wissenschaft **12**, 851 bis 870.
Möckel, R., 1920: Über eine Weizen-Spelz-Kreuzung. Diss. Ldw. Hochsch. Berlin, Verlag Parey.
*Mol, W. E. de, 1923: Duplication of generative nuclei by means of physiological stimuli and its significance. (6 Taf.) Genetica **5**, 225—272.
—, 1924: De reductiedeeling bij eenige *Triticum* Soorten. (3 Taf.) Genetica **6**, 289—329.
Moldenhauer, J., 1927: Untersuchungen über die Empfänglichkeit der Wild- und Kulturhaferformen für *Ustilago Avenae*. (4 Taf., 6 Textfig.) Kühn-Archiv. **15**, 349—409.
Moldenhauer, K., 1925: Über die Gattungskreuzung *Raphanus* × *Brassica*. (3 Textfig.) Mém. Inst. Génétique Varsovie. Livrais. **2**, 191—196.
—, 1927/28: Recherches sur certains croisements intéressants du genre *Brassica*. Bull. Acad. Polon. Sc. et Lettr. 1049—1071.
—, 1928: Über Gattungsbastarde zwischen Aegilops und Roggen. Jahrb. der wissensch. Landw. u. Forstw. **19**, 16 S.
*Molisch, H., 1928: Über die Verwertung des Abnormen und Krankhaften in der Pflanzenkultur. (4 Textfig.) Die Gartenbauwissenschaft **1**, 1—3.
Monnet, O., 1913: Étude biométrique des graines du genre *Brassica*. 4. conf. génét. Paris (1910), 406—410.
Moog, H., 1930: Beiträge zur Ampelographie. Mitt. d. groß. Rebenveredel.-Kommission.
Mordvinkina, A. J., 1929: New Data on Sand Oats (a contribution to the question of the origin of *Avena strigosa* Schreb., *Avena brevis* Roth. and *Avena nudibrevis* Vav.). (Russisch mit englischer Zusammenfassung.) (4 Textfig.) Proc. of the U.S.S.R. Congress of Genetics Plant- and Animal-Breeding **3**, 361—370.
*Moritz, O., 1928: Zur Kritik der Phytoserologie. Biol. Zentralblatt **48**, 431—443.
*—, 1929: Weitere Beiträge zur Kritik und zum Ausbau phytoserologischer Methodik. Planta **7**, 759—814.
Muller, H. J., 1928: The problem of genic modification. 5. Int. Gen. Kongr., Z. f. i. A. u. V., Suppl.-Bd. **1**, 234—260.
—, 1927: Artificial transmutation of the gene. Science **56**, 84—87.
—, 1928: The production of mutations by X-rays. Proc. Nat. Ac. Sc. **14**, 714—726.
—, 1930: Radiation and genetics. Amer. Natur. **64**, 220—251.
Muller, H. J. and Mott-Smith, L. M., 1930: Evidence that natural radioactivity is inadequate to explain the frequency of „natural" mutations. Proc. Nat. Acad. Sc. **16**, 277—285.
*Müller, 1925: Von der Mutterblutbuche im thüringischen Staatsforstrevier Oberspier bei Sondershausen. Allg. Forst- u. Jagdzeitg. 180.
Müller, K. O., 1925: Neue Wege und Ziele der Kartoffelzüchtung. Beitr. z. Pflz.zucht **8**, 45—72.

Müller-Thurgau, H. u. Kobel, F., 1925: Kreuzungsergebnisse bei Reben. Landw. Jahrb., Schweiz, 499—562.
Mumm, W. J., 1929: A factor for soft starch in dent corn. Anatomical Record **44**, 279.
Munerati, O., Mezzadroli, G. et Zapparoli, T.-V., 1913: Osservazioni sulla *Beta maritima* nel triennio 1910—1912. Le Stazioni sperimentali agr. ital. **46**, 415.
Müntzing, A., 1930: Einige Beobachtungen über die Cytologie der Speltoidmutanten. Bot. Notiser 35—47.
—, 1930: Zytologische Beobachtungen sog. Speltoidheterozygoten beim Weizen. Svensk Bot. Tidsskr. **24**, 44—57.
Muratova, V. S., 1928: Beans of Afghanistan. (Russisch mit englischem Resumé). (5 Textfig. und 1 Karte.) B. a. B. **19**/2, 1—22.
Muth, Ehatt, Willig, 1928: Die Rebenzüchtung in Preußen von den Anfängen bis zum Jahre 1926. Veröff. d. Preuß. Hauptlandwirtschaftskammer **22**, 7—54.

Naegeli, O. und Thellung, A., 1905: Ruderal- und Adventivflora des Kantons Zürich. Vierteljahrsschrift d. Nat. Ges. Zürich **50**, 225.
Nakao, M., 1911: Cytological studies in the nuclear division of PMC. of some cereals and their hybrids. Jour. Coll. Agr. Tohoku Sappora **4**/III, 173—190.
Nathansohn, A., 1913: Saisonformen von *Agrostemma Githago* L. Jahrb. wiss. Bot. **53**, 125—153.
*—, 1914: Über die Variabilität in natürlichen Populationen. Verh. 85. Vers. Ges. dtsch. Nat. u. Ärzte, Wien 1913, 621—622.
Naudin, 1859: Essai d'une monographie des espèces et des variétés du genre Cucumis. Ann. sc. nat. XI sér. 4.
*Nawaschin, M., 1927: Über die Veränderung von Zahl und Form der Chromosomen infolge der Hybridisation. (15 Textfig.) Zeitschr. f. Zellf. u. microsc. Anat. **6**, 195—233.
Nebel, B., 1929: „Über einige Obstkreuzungen aus dem Jahre 1929" und „Zur Cytologie von Malus II". (2 Textfig.) Der Züchter **1**, 209—217.
—, 1929: Chromosome counts in *Vitis* and *Pyrus*. Americ. Nat. **63**, 188—189.
—, 1929: Zur Cytologie von *Malus* und *Vitis*. (55 Textfig.) Die Gartenbauwissenschaft **1**, 549—591.
Negrul, A. M., 1930: Chromosomenzahl und Charakter der Reduktionsteilung bei den Artbastarden der Weinrebe (*Vitis*). Der Züchter **2**, 33—43.
*Nelson, C. J. and Birkeland, J. M., 1929: A serological ranking of some wheat hybrids as an aid in selecting for certain genetic characters. Jour. agr. R. **38**, 169—182.
Netolitzky, F., 1912: Hirse und *Cyperus* aus dem prähistorischen Ägypten. Beih. bot. Zentralbl. **29**, Abt. II, 1—11.
—, 1914: Hirse aus antiken Funden. Sitz.-Ber. Akad. Wien. Math.-nat. Kl. 123, Abt. 1, Heft **6**, 743.
—, 1914: Das Hirseproblem. Verh. 85. Vers. Ges. dtsch. Naturf. u. Ärzte, Wien 1913, 764.
—, 1917: Das Rätsel der Hirse. Mannus, Zeitschr. f. Vorgeschichte **8**, 214.
*—, 1926: Beziehungen zwischen Getreidearten und Menschenrassen. Fortschr. d. Landwirtschaft **1**, 26—29.
Netroufal, F., 1927: Zytologische Studien über die Kulturrassen von *Brassica oleracea*. (2 Taf.) Österr. bot. Zeitschr. **76**, 101—115.
*Neuweiler, E., 1905: Die prähistorischen Pflanzenreste Mitteleuropas mit besonderer Berücksichtigung der Schweizer Funde. Vierteljahrsschr. Naturf. Ges. Zürich **50**, 23—134.
*—, 1919: Pflanzenreste aus den Pfahlbauten des ehemaligen Wauwilersees, Kanton Luzern. Mitt. Nat. Ges. Luzern, 8. Heft.
*—, 1919: Die Pflanzenreste aus den Pfahlbauten am Alpenquai in Zürich und von Wollishofen. Vierteljahrsschr. Nat. Ges. Zürich **64**, 617—648.
*—, 1924: Die Pflanzenreste der Pfahlbauten in X. Pfahlbautenbericht (zusammenfassender Bericht). Mitt. Antiqu. Ges. Zürich **29**, Heft 4, 253.
*—, 1925: Pflanzenreste aus den Pfahlbauten vom Hausersee, Greifensee und Zürichsee. Mitt. Bot. Mus. Univ. Zürich **113** und Vierteljahrsschr. Nat. Ges. Zürich **70**, 225—233.
*—, 1930: Pflanzenfunde aus den spätneolithischen Pfahlbauten am Utoquai in Zürich 1928—1929. Vierteljahrsschr. Nat. Ges. Zürich **75**, 35—40.
*Newton, W. C. F. and Darlington, C. P., 1929: Meiosis in Polyploids. (57 Textfig.) Jour. Genetics **21**, 1—56.
*Newton, W. C. F. and Pellew, C., 1926: *Primula Kewensis* and its derivatives. Brit. Ass. Adv. Sci. Rep. 94th Meeting u. Jour. Genetics 1929, **3**, 405—466.
Nikolaewa, A., 1922: Zur Kenntnis der Chromosomenzahl in der Gattung *Avena*. Verhdl. Kongr. f. Pflanzenzüchtung, Saratow 1920 (russ.), autoref. Z. f. i. A. u. V. **29**, 209—210.
—, 1923: Étude cytologique du genre *Triticum* (russisch mit französischem Resumé). (1 Textfig.) B. a. B. **13**, 33—44.

Nikolaewa, A., 1924: Essai d'une étude caryologique de *Nicotiana rustica* et *N. Tabacum* et de la pseudogamie de ce dernier (russisch mit französischem Resumé). (6 Textfig.) Zeitschr. d. rus. bot. Ges. **9**, 15—20.
Nilsson, F., 1930: *Lolium multiflorum* Lam. ♀ × *Festuca gigantea* Vill ♂. Ein neuer Gattungsbastard. Bot. Notiser 81—90. (3 Textfig.)
—, 1930: Einige Resultate von Isolations- und Bastardierungsversuchen mit *Lolium multiflorum* Lam. und *Lolium perenne* L. Ebenda 161—200.
Nilsson-Ehle, H., 1907: Om hafresorters konstans. Tidskr. för Landsmän, 357. Sveriges Utsädes Fören. Tidskr. 228.
*—, 1911: Kreuzungsuntersuchungen an Hafer und Weizen. I. 1909. II. 1911. Lund Univers. Årsskr. N.F. Afd. **7**/2, No. 6.
—, 1911: Über Fälle spontanen Wegfallens eines Hemmungsfaktors beim Hafer. Z. f. i. A. u. V. **5**, 1—37.
*—, 1913: Mendélisme et acclimatisation. IV. Conf. int. Génétique, Paris 1911, 28 S.
*—, 1912: Zur Kenntnis der Erblichkeitsverhältnisse der Eigenschaft Winterfestigkeit bei Weizen. Z. f. Pflanzenzüchtung **1**, 3—12.
*—, 1913: Über die Winterweizenarbeiten in Svalöf 1900—1912. Beitr. z. Pfl.zucht 62—87.
—, 1915: De senaste resultaten af hösthveteförädlingen på Svalöf. Sver. Utsädes Fören. Tidskr. 1—22.
*—, 1915: Gibt es Weizenrassen mit mehr oder weniger ausgesprochener Selbstbefruchtung? Z. f. Pflanzenzüchtung **3**, 1—6.
—, 1917: Untersuchungen über Speltoidmutationen beim Weizen (I). Bot. Notiser 305 bis 328.
—, 1920: Untersuchungeu über Speltoidmutationen beim Weizen (II). Multiple Allelomorphose und Komplexmutationen beim Weizen. (2 Fig.) Hereditas I, 279—311.
—, 1921: Untersuchungen über Speltoidmutationen (III). Über mutmaßliche partielle Heterogamie bei den Speltoidmutationen des Weizens. Ebenda II, 25—75.
—, 1921: Fortgesetzte Untersuchungen über Fatuoidmutationen beim Hafer. Ebenda **2**, 401—409.
—, 1927: Das Verhalten partieller Speltoidmutationen bei Kreuzung untereinander. Ebenda **9** (Festskrift för W. Johannsen), 369—379.
Nilsson-Leissner, 1925/26: Beiträge zur Genetik von *Tr. Spelta* und *Tr. vulgare* I. Hereditas **7**, 1—74.

Oberstein, O., 1921: Beitrag zur Phylogenie unserer Kartoffelsorten. (8 Stammbaumtafeln.) Landw. Kammer Schlesien, Breslau, 39 S.
—, 1930: Farbmutation der Kartoffelschale von weiß zu farbig, von rot zu blau. Die Kartoffel **10**, 29.
Oehler, E., 1929: Cytologische Untersuchungen an Kern- und Steinobstsorten (Sammelreferat). Der Züchter **1**, 25—30.
—, 1930: Speltoid- und Fatuoidmutationen. (3 Textfig., 2 Tab.) Ebenda **2**, 93—101.
Okabe, S., 1927: Cytological studies on Prunus (Prel. note). (Japanisch mit englischer Zusammenfassung.) (2 Textfig.) Bot. Mag. Tokyo **41**, 398—403.
Olson, A. R. and Lewis, G. N., 1928: Natural Radioactivity and the Origin of species. Nature **121**, 673—674.
Orlov, A., 1922/23: The geographical centre and origin and the area of cultivation of *durum* wheat *T. durum* Desf. B. a. B. **13**/1, 369—459.
—, 1929: The barleys of Abyssinia and Erytrea. B. a. B. **20**, 283—343—345.
Ossent, H. P., 1930: Perennierender Roggen. Der Züchter **2**, 221—224.

Paczoski, J., 1912: Der wilde Wein aus Cherson *Vitis sylvestris* Gmelin. B. a. B. **5**, 205—260.
Pammer und Ranninger, 1908: Der rationelle Getreidebau. Österreich. Agrarverlag.
Pangalo, K. J., 1924/25: Turkestan Melons. (5 Fig.) B. a. B. **14**/2, 36—70.
—, 1929: Field melon in U.S.S.R. and the world's assortment of melon cultures. B. a. B. **23**/3, 1—17—18.
—, 1929: Varieties of Russian melons. B. a. B. **23**/3, 19—40.
—, 1929: Watermelons of the Northern hemisphere. B. a. B. **23**/3, 41—81—84.
—, 1929: Cantaloupe melons and their history. B. a. B. **23**/3, 209—227—228.
—, 1929: Wild melons. B. a. B. **23**/3, 229—251—252.
—, 1929: A new species of cultivated pumpkins. B. a. B. **23**/3, 253—265.
—, 1929: On Chinese melons. B. a. B. **23**/3, 545—560.
*Parr, A. F., 1926: Adaptiogenese und Phylogenese. Zur Analyse der Anpassungserscheinungen und ihrer Entstehung. Abhandl. z. Theorie d. organ. Entwickl. **1**, S. 60.
Pashkevitch, V. and Sigov, 1929: The wild forms of apple-trees of Chingan in Usbekistan, Asia Media. (Russisch mit englischem Resumé.) (12 Textfig.) B. a. B. **18**/4, 127 bis 184.

Patterson, J. T. and Muller, H. J., 1930: Are „progressive" mutations produced by X-rays? Genetics **15**, 495—578.
*Pax, F. u. Hoffmann, K.: Alte Kulturpflanzen aus Schlesien. Bot. Jahrb., **50**. Suppl.-Bd.
*— —, 1915: Prähistorische Pflanzen aus Schlesien und Ober-Lausitz. Dieselben **52**, 346.
Pease, J. M., 1926: Genetic studies in *Brassica oleracea*. Jour. Genetics **16**, 363, 384. 3 Tafeln.
Pellew, C., 1927: Further data on the genetics of rogues among culinary peas *Pisum sativum*. V. Int. Kongr. f. Vererb. Z. f. i. A. u. V., Suppl. II, 1157—1181.
Penzig, O., 1885: Anomalie osservate nella *Zea Mays*. Boll. Stat. Agr. Modena N. S. **4**.
Percival, J., 1921: The wheat plant. London Duckwarth. 436 S., 228 Ill.
—, 1926: Some new varieties of wheat. Jour. of Botany. Aug. 1926, 203—210.
—, 1927: The coleoptile bundles of Indo-Abyssinian Emmer-wheat, *Tr. dicoccum* Schübl. (5 Fig.) Annals of Botany **41**, 101—107.
—. 1926: The morphology and cytology of some hybrids of *Aegilops ovata* ♀ × *wheats* ♂. (5 Taf.) Jour. Genetics **17**, 49—68.
—, 1928: Hybrids of Aegilops. Nature **122**, 610.
—, 1930: Cytological Studies of some Hybrids of Aegilops sp. × Wheats, and of some hybrids between different species of Aegilops. (297 Textfig.) Jour. Genetics **22**, 201—278.
Peto, F. H., 1929: Chromosome numbers in Agropyrons. (1 Textfig.) Nature **124**, 181—182.
*Pfahlbautenberichte I—XII, Mitt. d. antiquar. Ges. Zürich, **9**, 1853 bis **30**, 1930.
Philiptschenko, J., 1927: Sur la génétique du froment claviforme (Square-head). (Russ. mit franz. Zus.) Festschrift für Borodin, 1—11.
—, 1927: On the absorbing influence of crossing. Bull. Bureau Eugenics **5**, 1—36.
—, 1928: Über die Vererbung der quantitativen Merkmale beim Weizen. V. Int. Kongr. Z. f. i. A. u. V. Suppl.-Bd. **2**, 1184—1192.
—, 1929: Gene und Entwicklung der Ährenform beim Weizen. Biologisches Zentralblatt **49**, 1—16. 2 Textfig.
—, 1929: Genes and the development of the form of ear in wheat. (1 Textfig.) (Russisch mit englischer Zusammenfassung.) Bull. of the Bureau of Genetics **7**, 1—29.
—, 1929: Ein neuer Fall von Speltoidmutation beim Weizen. (3 Textfig.) Z. f. i. A. u. V. **52**, 406—413.
—, 1930: Über die systematische Stellung des Einkorn-Weizens und nochmals über die Entwicklung der Weizenähre. (3 Textfig.) Dieselbe **54**, 311—318.
—, 1930: Again on the question of genes and the development of the form of ear in wheat. (3 Textfig.) (Russisch mit englischer Zusammenfassung.) Bulletin of the Bureau of Genetics **8**, 1—18.
Piech, K. und Mold enhauer, K., 1927: Zytologische Untersuchungen an Bastarden zwischen Raphanus und Brassica. Bull. de l'acad. pol. des Sciences et des lettres. Sciences naturelles 27—38.
Piper, C. V. u. Bort, K. S., 1915: The early agricultural history of timothy. Jour. Amer. Soc. Agr. **7**.
Pissarev, V. E., 1922: De la dégénérescence des froments. B. a. B. **13**, 59—70. (Russ. mit franz. Res.)
Planchon, L., 1909: Note sur la mutation culturale de *Solanum Commersonii* Dun. et sur la culture du *Sol. Maglia* Schlecht. Rev. hort. Marseille **55**, 155—163 u. Bull. soc. nat. d'Agric. **69**, 846—850.
—, 1910: Mutation gemmaire du *Sol. Commersonii*. Bull. Soc. nat. d'Agr. **70**, 1910, 373—375.
—, 1912: *Solanum Commersonii* et *S. tuberosum*. Bull. Soc. bot. Fr. **59**, 70—77.
—, 1913: La pomme de terre et ses transformations. Bull. Ac. Sc. et Lettr. Montpellier, 253—290.
Plinius Cajus P. secundus, 1853: Naturgeschichte. Übers. u. mit erläut. Registern versehen von Chr. Fr. Lebrecht Strack. Überarb. u. herausgeg. v. M. E. D. Lebrecht Strack. Bremen J. G. Heyse, 3 Bde.
Popenoe, W., 1921: The Andes Berry. (4 Textfig.) Jour. Heredity **12**, 386—393.
—, 1921: The Frutilla, or Chilean Strawberry. (5 Textfig.) Ebenda **12**, 456—566.
*—, 1925: Peruvian agriculture in Pre-Columbian days. Jour. Ac. Sc. Washington **15**.
Popov, G. a. M., 1925: The wild apple tree and *Pr. divaricata* in the mountains of Chimgan. Bull. Middle Asiat. Univ. **11**.
—, 1928: The genus Cicer and its species. B. a. B. **21**/1, 1—240.
—, 1929: Wild growing fruit trees and shrubs of Asia Media. B. a. B. **22**/3, 241—483; engl. 473—483.
Popova, G., 1923: Wild species of *Aegilops* and their masshybridisation with wheat in Turkestan (russisch mit engl. Res.). (1 Taf.) B. a. B. **13**, 461—482.
—, 1928: Hybrids of *Aegilops crassa* Boiss. × *Triticum vulgare* Host (russisch mit engl. Zusammenfassung.) (4 Textfig.) B. a. B. **19**/1, 473—496.

Popova, H., 1929: Hybrids of *Aegilops juvenalis* (Thell) Eig × *Triticum vulgare* Host (Russisch mit engl. Zusammenfassung.) (4 Textfig.) B. a. B. **22**, 435—454.

Potebonja, A., 1911: Samen von *Vitis* und ihre Bedeutung für die Klassifikation der Sorten. B. a. B. **4**, 145—165.

†Pritzel u. Jessen, 1882: Die deutschen Volksnamen der Pflanzen.

Proskowetz, E. v., 1892—1903: Über die Kulturversuche mit *Beta* in den Jahren 1890 bis 1900 (u. folg. Jahre). Oesterr. Z. f. Zuckerindustrie **21**—**32**.

Putsche, C. W. E., 1819: Versuch einer Monographie der Kartoffel. Weimar, F. J. Pertuch.

*Radimsky u. Hoernes, 1895: Die neolithische Station von Butmir bei Sarajewo in Bosnien. Wien. Siehe auch C. Schröter.

Randolph, L. F. and McClintock, B., 1926: Polyploidy in *Zea Mays* L. (8 Textfig.) Americ. Naturalist **60**, 99—102.

Rasmuson, H., 1916: Kreuzungsuntersuchungen bei Reben. Z. f. i. A. u. V. **17**, 1—52. (29 Textfig.) 1—52.

Raum, H., 1928: Zur Frage der Abstammung unserer Getreidearten. Pflanzenbau **5**, 125 bis 128.

Raum, H. u. Huber, J. A., 1925: Über Abstammung und Einteilung des Weizens. (10 Textfig.) Illustr. Landw. Zeitg. **45**, 495—500.

— —, 1927: Untersuchungen über Fatuoid-Mutationen beim Hafer. Z. f. i. A. u. V. **44**, 272—282.

Ravaz, L., 1902: Les vignes américaines. Porte-greffes et producteurs-directs. Montpellier-Paris.

Regel, A., 1884: Die einheimischen u. angebauten Kulturpflanzen des oberen Amudaria. Rg. Gartenflora 47—75.

Regel, C., 1922: Über den Ursprung der Getreidearten. Nat. Woch. N. F. **21**, 328—330.

Regel, R., 1908: L'orge à barbes lisses. Bull. ang. Bot. **2**.

—, 1908: Der Proteingehalt der russischen Gersten. B. a. B. **2**, 519.

—, 1914: Sur l'importance de l'orge noire printanière pour le Sud-Est de la Russie européenne. B. a. B. **7**, 775—(781—)786.

*—, 1915: Bericht über die Tätigkeit des Bureau für angewandte Botanik 1905—1915. Les travaux du Bureau dans les branches spéciales et les résultats obtenus. B. a. B. **8**, 1465—1619.

—, 1917: On the problem of the origin of the cultivated barley. (Russisch mit engl. Resumé.) (2 Taf., 1 Textfig.) B. a. B. **10**, 591—627.

*Reichert, E. T., 1914: The differentiation and specificity of starches in relation to genera, species etc. (612 Mikrophot., 400 Taf.) Publ. Carnegie Inst. Washington, 2 Bd., XVII u. 900 S.

Reiling, H., 1924: Aus den Anfängen des deutschen Kartoffelbaus. Ldw. Jahrb. **60**, 771 bis 800.

*Reinerth, H., 1926: Die jüngere Steinzeit der Schweiz. Augsburg.

†Reinhardt, L., 1911: Kulturgeschichte der Nutzpflanzen. München, E. Reinhardt.

*Reiss und Stübel, 1887: Das Totenfeld von Ancon. Berlin.

Reissek, S., 1856: Über die wilde Vegetation der Rebe im Wiener Becken. Schriften d. zool.-bot. Ver., Wien; Separatabdruck naturw. Abhdl. 53—58.

*Relander, L. K., 1908: Kann man mit Präcipitinreaktion Samen von verschiedenen Pflanzenarten und Abarten voneinander unterscheiden? (Vorl. Mitt.) Zentralbl. Bakt. Abt. II, **20**, 518.

Renard, E. J., 1930: Origin and nature of Rogues in canning peas. U. S. A. Agr. Exp. St., Wisconsin Research Bull. **101**.

Reijnders, A., 1926: De morphologische onderscheidbare kernsubstanties en hare wederzydsche verdeeling in de kern bij de hoogere planten. Diss. Groningen.

Richardson, C. W., 1914: A preliminary note on the genetics of *Fragaria*. Jour. Genetics **3**, 171—177.

—, 1918: A further note on the genetics of *Fragaria*. Ebenda **7**, 167—170.

—, 1920: Some notes on *Fragaria*. Ebenda **10**, 39—46.

—, 1923: Notes on *Fragaria*. Ebenda **13**, 147—152.

*Rietz, E. G. Du, 1923: Der Kern der Art- und Assoziationsprobleme. Bot. Notiser 235—257.

Rimpau, 1891: Kreuzungsprodukte landwirtschaftlicher Kulturpflanzen. Landw. Jahrb. **20**, 335.

Ritter, C., 1840: Über die geographische Verbreitung des Zuckerrohrs. Berlin.

*Rochebrune, 1880: Recherches d'ethnographie botanique sur la flore des sépultures péruviennes d'Ancon. Actes Soc. Linnéenne Bordeaux **33**, 4. Serie III. Auszug v. Wittmack. Bot. Ctbl. 1880, 1633.

Roemer, Th., 1917: Züchtung alkaloidarmer Lupinen? Landw. Jahrbücher **50**, 433—443.

*Rohde, E. S., 1922: The old English herbals. London, 4°, W. col. frontisp. and 17 ill.

Rosanova, M. A., 1928: On the sexual dimorphismus in *Rubus chamaemorus* L. B. a. B. **19/2**, 315—324.

*—, 1930: Über Rassenpolymorphismus mit Bezugnahme auf die Feststellungsmethode systematisch-geographischer Einheiten. (Russisch mit deutscher Zusammenfassung.) (2 Textfig.) Proceedings of the U.S.S.R. Congress of Genetics, Plant- and Animal-Breeding (10.—16. I. 1929) **2**, 419—430.

*Rosenberg, O., 1926: Über die Verdoppelung der Chromosomenzahl nach Bastardierung. Ber. dtsch. Bot. Ges. **44**, 455—460.

*—, 1926: Zum Mechanismus der diploiden Kernteilung in Pollenmutterzellen. (2 Textfig.) Arkiv f. Botanik **20**, 1—5.

*—, 1926: Die semiheterotypische Teilung und ihre Bedeutung für die Entstehung verdoppelter Chromosomenzahlen. Hereditas **8**, 305—337.

Rostrup, E., 1877: En Notits om Plantevexten i Danmark i Bronzealdern. Aarboger f. nord.. Oldkyndighed og Historie Kjbhvn 78—82.

Roze, E. 1898: Histoire de la pomme de terre. Ed. Rothschild. Paris.

—, 1899: Charles de l'Ecluse d'Arras, le propagateur de la pomme de terre au XVI. siècle. Paris, Rothschild.

Rudloff, C. J., 1930: Entwicklungsphysiologische Studien in der Gattung *Fragaria* I. Gartenbauwissenschaft **3**, 79—100.

Rybin, W. (auch V. A.), 1926: Cytological investigations of the genus *Malus*. (Russ. m. engl. Rés.) (2 Taf.) B. a. B. **16/3**, 187—200.

—, 1927: Polyploid hybrids of *Nicotiana Tabacum* L. × *Nicotiana rustica* L. (Preliminary communication) (Russian with English Summary). B. a. B. **17/3**, 191 bis 240. (8 Taf.)

—, 1927: On the number of chromosomes observed in the somatic and reduction division of the cultivated apple in connection with pollen sterility of some of its varieties (Russian with English Summary). (6 Taf.) B. a. B. **17/3**, 101—120.

—, 1929: The karyological investigations on some wild as well as native cultivated potatoes of America. (Russisch mit englischer Zusammenfassung.) (2 Taf.) Proceedings of the U.S.S.R. Congress of Genetics, Plant- and Animal-Breeding **3**, 467—477.

—, 1929: Karyological investigations on some wild and indigenous cultivated potatoes of America. (Russisch mit englischer Zusammenfassung.) (6 Taf., 1 Textfig.) B. a. B. **20**, 655—720.

—, 1930: Karyologische Untersuchungen an einigen wilden und einheimischen kultivierten Kartoffeln Amerikas. Z. f. i. A. u. V. **53**, 313—354. (6 Taf., 3 Textfig.)

—, 1930: Cytological features of the allotetraploid *Nicotiana Tabacum* × *Nicotiana sylvestris*. (Russisch mit englischer Zusammenfassung.) (2 Taf.) Proceedings of the U.S.S.R. Congress of Genetics, Plant- and Animal-Breeding (10.—16. I. 1929) **2**, 437—445.

—, 1929: Über einen allotetraploiden Bastard von *Nicotiana Tabacum* × *N. sylvestris*. Ber. dtsch. Bot. Ges. **47**, 385—394.

Rytz, W., 1930: Über die Pflanzen im Thuner Pfahlbau Marktgasse in: Beck u. a., Der neolithische Pfahlbau Thun. Mitt. Naturf. Ges. Bern 1—54.

Safford, W. E., 1925: The potato of romance and of reality. (21 Textfig.) Jour. Heredity **16**, 113—125, 175—184, 217—230.

Sakamura, T., 1915: Über die Einschnürung der Chromosomen bei *Vicia Faba* L. (Vorl. Mitt.) deutsch (und japanisch). (2 Taf., 1 Textfig.). Bot. Mag. Tokyo **29**, 287—300, (365)—(413).

—, 1918: Kurze Mitteilung über die Chromosomenzahlen und die Verwandtschaftsverhältnisse der *Triticum*-Arten. Ebenda **32**, 150—153.

—, 1920: Experimentelle Studien über die Zell- u. Kernteilung mit bes. Rücksicht auf Form, Größe und Zahl der Chromosomen. Jour. Coll. Sc. Tokyo **39**, Art. 11.

Salaman, R. N., 1910: Male sterility in potatoes, a dominant Mendelian Factor — nebst Bemerkungen über die Form des Pollens bei wilden und domestizierten Varietäten. J. Linn. Soc. Botany **39**, 301.

—, 1910: The inheritance of colour and other characters in the potato. Jour. Genetics **1**, 1.

—, 1913: Studies in potato breeding. IV. Conf. gén. Paris 373—376.

—, 1926: Potato varieties. Cambridge University Press, 378 S.

Salaman, R. N., 1928: Abnormal Segregation in Families Arising from the Cross *Solanum utile* × *Solanum tuberosum* (with a Cytological Analysis by Mary Adams). (2 Textfig.) V. Int. Kongr. Vererb., Z. f. i. A. u. V., Suppl.-Bd. **2**, 1230—1239.
—, 1929: Genetic Studies in Potatoes: abnormal segregation from the cross *S. utile* × *S. tuberosum*. (4 Taf., 19 Textfig.) Jour. Genetics **20**, 311—344.
Salaman, R. N. a. Lesley, 1923: Genetic studies in potatoes. Jour. Genetics **13**, 177.
Salmon, L. and Clark, J. A., 1913: Durum wheat. Farmers Bull. Nr. 534.
Sannikoff, A., 1927: La forme de la racine de la betterave à sucre, son developpement, variabilité, correlations et hérédité (russisch mit franz. Resumé). Mémoires de l'Institut Agronomique à Voronèje **7**, 239—260.
*Sapéhin, A. A., 1930: Röntgen-Mutationen beim Weizen (*Triticum vulgare*). Der Züchter **2**, 257—259.
—, 1928: Hylogenetic Investigation of the vulgare groop in *Triticum*. (Russisch mit englischem Resumé) (4 Taf., 24 Photogr.) B. a. B., **19**/1, 127—166.
Sapéhin, A. A. u. L. A., 1927: Hylogenetische Untersuchungen an Weizen. II. Int. Kgr. Z. f. i. A. u. V., Suppl. II, 1254—1262.
Sapéhin, L. A., 1928: Hylogenetics of durum wheat. (Russisch mit englischem Resumé.) (16 Photogr.) B. a. B. **19**/1, 167—224.
Saposchnikowa, K. W., 1928: Untersuchungen an Arthybriden des Weizens. Jour. Soc. Bot. Russie **13**, 213—220.
Sarauw, G. F. L., 1900: Dvaerghveden (*Tr. compactum* Host) og Engelsk Hvede *Tr. turgidum* L. Kobenhavn, Bot. Tidsskrift **23**, 83—99.
Savelli, R., 1927: Quelques observations sur la sexualité, sur le fécondation et sur l'hérédité en Cucurbita. Z. f. i. A. u. V., Suppl. II, 1263, V. Int. Cgr.
Savizky, 1927: To the question of the race study of the sugar beet (Russian with English Summary). (6 Textfig.) Verhandlungen der landwirtschaftlichen Versuchsstation zu Bielaja Zerkov. **5**, 35—66.
Sax, K., 1918: The behavior of chromosomes in fertilization. Jour. Genetics **3**, 309—327.
—, 1921: Chromosome relationships in wheat. Science N. S. **54**, 413—415.
—, 1921: Sterility in wheat hybrids. I. Sterility relationships and endosperm development. Jour. Genetics **6**, 399—416.
—, 1922: Sterility relationship in Maine apple varieties. Ann. Rep. Maine Agric. Exp. Station (paper Nr. 162) 61—76.
—, 1922: Sterility in wheat hybrids. II. Chromosome behavior in partially sterile hybrids. III. Endosperm development and F_2-sterility. Jour. Genetics **7**, 515—558.
—, 1923: The relation between chromosome number, morphological characters and rust resistance in segregates of partially sterile wheat-hybrids. Genetics 8, 301—321.
—, 1927: Chromosome behavior in *Triticum* hybrids. V. Int. Congr. f. Vererb., Z. f. i. A. u. V., Suppl II, 1267—1283.
—, 1929: Chromosome behavior in *Sorbopyrus* and *Sorbaronia*. Proceedings of National Academy of Sciences **15**, 844—845.
Sax, K. and Sax, H. J., 1924: Chromosome behavior in a genus cross. (2 Taf.) Genetics **9**, 454—464.
Sax, K. and Gaines, E. F., 1924: A genetic and cytological study of certain hybrids of wheat species. Jour. agr. Research **28**, 1017—1032. (2 Taf.)
*Scharfetter, R., 1922: Klimarhythmik, Vegetationsrhythmik und Formationsrhythmik. Studien zur Bestimmung der Heimat der Pflanzen. Österr. bot. Zeitschr. **71**, 153—171.
Schegalow, S. J., 1920: Die Kreuzung von Nackthafer mit verschiedenen beschalten Formen. (Russisch mit dtsch. Res.) Bull. des III. Allruss. Cgr. f. Pflanzenzüchtung Saratow (russ.) 130—141.
Scheibe, A., 1926: Der Stammbaum des Weizens, seine Erforschung und praktische Bedeutung für die Zukunft. Pflanzenbau **3**, H. 2, 22—24.
*Scheidt, W., 1924: Die Rassen der jüngeren Steinzeit in Europa. München.
Scheleketa, Y. P., 1930: The pumpkin in Ukraine. B. a. B. **23**/3, 105—155—156.
Schiemann, 1921: Genetische Studien an Gerste. I. Zur Frage der Brüchigkeit der Gerste. Z. f. i. A. u. V. **26**, 108—143.
—, 1921: Genetische Studien an Gerste. II. Zur Genetik der breitklappigen Gersten. Dieselbe **27**, 104—133.
—, 1925: Zur Genetik des Winter- und Sommertypus bei Gerste. Dieselbe **37**, 139—209.
*—, 1927: Die Rolle der natürlichen Auslese in der Pflanzenzüchtung. Ill. ldw. Zeitung **47**, Nr. 36.
—, 1928: Zytologische und pflanzengeographische Beiträge zur Gattung *Aegilops*. (6 Taf., 3 Textfig.). II. Mitt. Ber. dtsch. Bot. Ges. **46**, Gen.vers.heft (107)—(127).
—, 1929: Zytologische Beiträge zur Gattung *Aegilops*. Chromosomenzahlen und Morphologie. (1 Taf., 5 Textfig.) III. Mitt. Dieselbe **47**, 164—181.

*Schiemann, 1931: Über eine phylogenetisch und praktisch wichtige Mutation bei Gerste nebst einigen Bemerkungen über Mutation bei Getreide. Dieselbe **48**, 477—489.
—, 1931: Über Geschlechts- und Artkreuzungsfragen bei *Fragaria*. Botan. Abhandl., H. **20**, 112 S., 8 Tf., 28 Abb.
—, 1931: Pfahlbauweizen — Historisches und Phylogenetisches. Ztschr. f. Pflanzenzüchtung **17**, Tschermak-Festschrift 36—54.
Schilling, E., 1928: Über Flachsbau im Ötzthal. Faserforschung **7**, 197.
—, 1930: Über die verschiedenen Formen des Flachses. Der deutsche Leinenindustrielle **48**, Nr. 10 u. 11.
Schindler, F., 1891: Über die Stammpflanze der Runkel- u. Zuckerrüben. Bot. Ctbl. **46**, 6—11; 73—76; 149—156.
*—, 1918: Bedeutung der Landrassen unserer Kulturpflanzen. Deutsche Landw. Presse 155.
*—, 1928: Über die Notwendigkeit der Erforschung und Erhaltung der Getreidelandrassen im Hinblick auf ihre züchterische und wirtschaftliche Bedeutung. Festschr. 70, Geb. J. Stoklasa 363—376.
Schlaginhaufen, O., 1930: Die anthropologischen Funde. In X. Pfahlbautenbericht. Mitt. d. antiqu. Ges. Zürich **29**, H. 4.
Schlatter, Th., 1893/94: Die Einführung der Kulturpflanzen in St. Gallen und Appenzell. Ber. d. St. Galler Naturw. Ges. 265—304.
Schmidt, 1927: Einige Züchtungsfragen bei der Lupine. Ill. Landw. Ztg. **47**, 346—347.
*Schnarrenberger, W., 1891: Die Pfahlbauten des Bodensees. Schulschriften a. d. Großherzogtum Baden. Konstanz.
Schneider, C., 1906: Handbuch der Laubholzkunde.
Schneider, F., 1926: Über Kreuzungen der Zuckerrübe mit *Beta maritima* L. Die dtsch. Zuckerindustrie 521—522.
*Schrader, O., 1901: Reallexikon der indogermanischen Altertumskunde. Straßburg.
*—, 1906: Sprachvergleichung und Urgeschichte. 2 Bd.
*—, 1911: Die Anschauungen V. Hehns von der Herkunft unserer Kulturpflanzen und Haustiere im Lichte der neueren Forschung. Berlin, Borntraeger. Sonderdruck aus: Hehn, 6 Aufl.
*Schreiber, W. L., 1924: Die Kräuterbücher des XV. u. XVI. Jahrh. München 64 S., 4°.
Schribaux, 1910: Sur le *Solanum Commersonii*. Bull. Soc. nat. d'Agric. **70**, 798—801.
*Schröter, C., 1895: in: Weinzierl, R. v., Eine neolithische Ansiedlung oberhalb Klein-Czernosek a. d. Elbe. Z. f. Ethnologie **27**, 687.
*—, 1895: Über die Pflanzenreste aus der neolithischen Landsiedelung von Butmir in Bosnien; in: Radimsky u. Hoernes 24—45 (s. dort).
Schübeler, F. C., 1820: Beschreibung und systematische Bestimmung der in Württemberg unter dem Namen Ehmer (Emmer) gebauten Getreideart in Vergleich mit Einkorn und einigen andern zunächst damit verwandten Arten. (3 Taf.) Flora **3**, 445—462.
*—, 1879: Växtlivet i Norge.
Schulz, A., 1911: Abstammung und Heimat des Weizens. 39. Jahresber. d. Westf. V. Wiss. u. Kunst, 1910/11, 147—152.
—, 1911: Die Geschichte des Roggens. Derselbe 153—163.
—, 1912: Die Geschichte des Weizens. Z. f. Naturwissenschaft 1911/12, **83**, 1—68.
—, 1912: Die Geschichte der Saatgerste. Dieselben **83** 197—233.
—, 1912: Die Abstammung des Weizens. Mitt. naturf. Ges. Halle I, 1911/12, 14—17.
—, 1912: Die Abstammung der Saatgerste. Dieselben 18—27.
—, 1912: Die Geschichte des Roggens. Z. f. d. gesamte Getreidewesen IV, 278.
—, 1912: Über zweizeilige Gerste mit monströsen Deckspelzen. Mitt. Thür. Bot. V. 39—43, 66.
—, 1912/13: Die Abstammung des Einkorns. Mitt. naturf. Ges. Halle II, 12—16 (und 1912 Z. f. d. ges. Getreidewesen **4**, 307).
—, 1912/13: *T. aegilopoides Thaoudar* × *dicoccoides*. Derselbe 17—20.
—, 1912/13: Beiträge zur Kenntnis der kultivierten Getreide und ihrer Geschichte. I. Die Abstammung des Roggens 339—347; Abstammung u. Heimat d. Saathafers 407—413; II. Über die Abstammung des Weizens 414—423; III. Über einige Getreide u. Getreidestammarten aus dem westlichen Persien 424—427. Z. f. Naturw. **84**.
—, 1913: Abstammung und Heimat des Saathafers. Z. f. d. gesamte Getreidewesen **5**, 139 bis 142 u. 1914 Mitt. Thür. Bot. V. **31**, 6—11.
—, 1913: Abstammung und Heimat der Saatgerste. 41. Jahresber. Westf. V. Wiss. u. Kunst 1912/13, 201—204.
—, 1913: Die Geschichte des Saathafers. Dieselbe 204—217.
*—, 1913: Die Geschichte der kultivierten Getreide. Nebert, Halle, 134 S.
—, 1913: Über das Vorkommen von *Prunus fruticosa* in Mittel- u. Westdeutschland. Mitt. Bayr. Bot. Ges. z. Erforsch. heim. Fl. **3**, Beil. 2, 38.

Schulz, A., 1913—1916: Die im Saalebezirke wildwachsenden strauchigen Sauerkirschen. Mitt. Thür. Bot. V. 1913, **30**, 30—42; 1914, **32**, 40—50; 1916: **33**, 24—28.
—, 1913: Über eine neue spontane Eutriticumform: *T. dicoccoides* Kcke. *forma Straußiana*. Ber. dtsch. Bot. Ges. **31**, 226—230. u. Mitt. Thür. Bot. V. **31**, 1914, 62. (Taf. X).
—, 1914: Über mittelalterliche Getreidereste aus Deutschland. Ber. dtsch. Bot. Ges. **32**, 633—638.
—, 1915: Über Kulturpflanzen und Unkräuter Deutschlands in prähistorischer Zeit. Z. f. Naturwiss. **85**, 1—9. (1 Taf.)
—, 1915: Über einen Fund von hallstattzeitlichen Kulturpflanzen- und Unkräuterresten in Mitteldeutschland. Ber. dtsch. Bot. Ges. **33**, 11—19.
—, 1915: Über neue Funde von Getreideresten aus prähistorischer Zeit in den thüringisch-sächsischen Ländern. Nat. Wochenschrift N. F. **14**, 266—270.
—, 1915: Mittelalterliche Weizen- und Roggenreste aus Mitteldeutschland. Z. f. Naturw. **85**, 342—347, 395—396.
—, 1915: Über eine Emmerform aus Persien und einige andere Emmerformen. Ber. dtsch. Bot. Ges. **33**, 233—242.
—, 1916: Über die Abstammung des Weizens. Mitt. Thür. bot. Ver. N. F. **33**, 11—16, 71.
—, 1916: Abstammung und Heimat des Saathafers. 2. Mitt. Dieselben 16—21.
—, 1916: Die Getreide der alten Ägypter. Abh. nat. Ges. Halle 39 S. (10 Textfig.) u. 1918, Mitt. Thür. Bot. Ver. **34**, 18.
—, 1916: Die bis jetzt aus dem Saalegebiet bekannten hallstattzeitlichen Kulturpflanzen. Mitt. Nat. Ges. Halle **4**, 1—7.
—, 1916: Über den Nacktweizen der alten Ägypter. Ber. dtsch. Bot. Ges. **34**, 601—607.
—, 1916: Über die nackte und beschalte Saatgerste der alten Ägypter. Dieselben **34**, 607—619.
—, 1916: Der Emmer des alten Ägyptens. Dieselben **34**, 697—709.
—, 1916: Über einen Fund von hallstattzeitlichen Roggenfrüchten in Mitteldeutschland. (1 Textfig.) Dieselben **34**, 890—893.
—, 1917: Über die Nacktgerste bei griechischen Schriftstellern des Altertums. Dieselben **35**, 638—641.
—, 1918: Über prähistorische Reste des Einkorns (*Triticum monococcum* L.) und des Spelzes (*T. Spelta* L.) aus Süddeutschland. Dieselben **36**, 726—731.
—, 1918: Abstammung und Heimat des Roggens. Dieselben **36**, 39—47.
—, 1918: Abstammung und Heimat des Rispenhafers (*Avena diffusa* Neilr. und *A. orientalis* Schreb.). Dieselben **36**. 229—232.
—, 1918: Über den Anbau des Emmers in Vorderasien. Mitt. Thür. Bot. Ver. **34**, 13.
—, 1918: Beiträge zur Kenntnis der Geschichte der Spelzweizen im Altertum. Abh. naturf. Ges. Halle a. S. N. F. **6**, 1—43.
—, 1920: Getreidestudien I. Ber. dtsch. Bot. Ges. **37**, 528—530.

Schulz, O. E., 1919: *Brassica*, in: Engler, Pflanzenfamilien IV, 105, H. 70, 21.
Schumann, K., 1904: Mais und Teosinte. Festschr. f. Ascherson 137—157.
*Schweinfurth, G., 1868: Reliquiae Kotschyanae.
*—, 1873: Über den afrikanischen Ursprung ägyptischer Kulturpflanzen. Bull. Inst. égypt. 1872/73 (frz.). Übers. von Ascherson. Monatsschr. Ver. Förd. Gartenbaues 1874, 1—17.
*—, 1882: Pflanzenfunde in altägyptischen Gräbern. Sitz.-Ber. Nat. Ver. Prov. Brandenburg **23**.
*—, 1883: Neue Beiträge zur Flora des alten Ägyptens. Ber. dtsch. Bot. Ges. **1**, 544—546.
*—, 1884: Über Pflanzenreste aus alt-ägyptischen Gräbern. Dieselben **2**, 351—371.
*—, 1886: Die letzten botanischen Entdeckungen in den Gräbern Ägyptens. Engl. bot. Jahrb. 8. 1—16.

Schweinfurth, G., u. Ascherson, P., 1887—1889: Flora Ägyptens (150 Kulturpflanzen).
*Schweinfurth, G., 1889: Über gewisse Beziehungen zwischen dem „glücklichen Arabien" und dem alten Ägypten (Reisebericht aus Yemen). Verhdl. Ges. f. Erdkunde **16**. 299—307.
*—, 1891: Ägyptens auswärtige Beziehungen hinsichtlich der Kulturgewächse.
*—, 1891: Le piante utili dell'Eritrea. Boll. Soc. Africana d'Italia Napoli **10**, Nr. 11 u. 12.
*—, 1891: Über Florengemeinschaft von Südarabien und Nordabessinien. Verhdl. Ges. Erdkunde, Berlin H. 9 u. 10, 1—20.
*—, 1893: Abessinische Pflanzennamen. Anhg. Sitz.-Ber. K. Ak. Wiss. Berl. **33**, 1—84
*—, 1894: Note sur l'origine des plantes cultivées dans l'ancienne Egypte. Bull. Soc. Khéd. Géogr. le Caire IV, 93—104.
*—, 1901: Veränderungen des Vegetationscharakters durch den Menschen. Die Umschau **5**. 841—843.
*—, 1904: Das älteste Herbarium der Welt. Voss. Ztg. 25. Nov. 1904.

Schweinfurth, G., 1906: Die Entdeckung des wilden Urweizens in Palästina. Voss. Ztg. 21. 9. 1906, und Annales du service des antiquités egyptiens. le Caire V, 193—204.
—, 1908: Über die von A. Aaronsohn ausgeführten Nachforschungen nach dem wilden Emmer *Tr. dicoccoides*. Ber. dtsch. Bot. Ges. **26**, 310—324.
—, 1908: Pflanzenreste aus der Zeit der XII. Dynastie zu Abusir. Wissensch. Veröff. d. dtsch. Orient. Ges. **8**, 152—164.
*—, 1911: Über die Bedeutung der „Kulturgeschichte". Engl. Bot. Jahrb. **45**, Beibl. Nr. 103, 28—38.
*—, 1912: Arabische Pflanzennamen aus Ägypten, Algerien und Yemen. Berlin, Reimer, 232 S.
*—, 1922: Was Afrika an Kulturpflanzen Amerika zu verdanken hat und was es ihm gab. Festschr. f. Eduard Seler. Stuttgart, Strecker u. Schröder, 503—542.
—, 1926: Über wild gesammelte Arten von Reis in Afrika. Ber. dtsch. Bot. Ges. **44**, 165 bis 167.
Schweizerische Anbaustatistik 1917. Herausgeg. v. Schwz. stat. Bureau, 208. Lief.
Anbaustatistik der Schweiz 1919. Dasselbe II. Jahrg. 1920, 2. Heft.
Seeliger, R., 1925: Vererbungs- und Kreuzungsversuche mit der Weinrebe. Z. f. i. A. u. V. **39**, 31—163.
Seknichi, O., 1928: Zur Cytologie der Gattung *Prunus*. Science Rep. Tokohu Imp. Univ. 4 Ser. **3**, 733—741.
*Sempolowski, 1928: Ergebnisse einer botanischen Forschungsreise nach dem Mittelmeergebiet. Z. f. Pflz.züchtung **13**, 75.
Semsroth, H., 1930: Die Ahnentafel der schorfwiderstandsfähigen Kartoffelsorten. Pflanzenbau **6**, 129—131.
*Sengbusch, R. v., 1930: Bitterstoffarme Lupinen. Der Züchter **2**, 1—2.
Serebrovsky, A. S., 1929: A general scheme for the origin of mutations. Amer. Natur. **63**, 474—478.
Séringe, 1818: Monographie des céréales de la Suisse. Berne et Leipzig.
*Seybold, A., 1927: Untersuchungen über die Formgestaltung der Blätter der Angiospermen. Biblioth. genet. **12**, 134 S.
Shamel, A. D., 1924/25: The improvement of sugar cane through bud selection. Rept. Exp. Sta. Hawaïan Sugar Planters Assoc. 120 S. ill.
Shimotomai, N., 1925: A karyological study of *Brassica I.* Botanical Magazine, Tokyo **39**, 122—127. (12 Textfig.)
Shoemaker, J. S., 1926: Pollen development in the apple, with special reference to chromosome behavior. (3 Taf.) Bot. Gazette **81**, 148—172.
*Sierp, H., 1925: Walafried Strabos Gedicht über den Gartenbau. Die Kultur der Abtei Reichenau **2**, 756.
Simon, S., 1914: Über die Verwandtschaftsverhältnisse der Leguminosenwurzelbakterien. Centralbl. Bakt. II, Abt. **41**, 470—479.
*Simonet, M., 1929: Etude cytologique de *Linum usitatissimum* et *Linum angustifolium* Huds. Arch. d'Anat. microsc. **25**, 372—381.
Sinskaja, E. N., 1923: A contribution to the knowledge of regularity (parallelism) in the variability of the family (*Cruciferae*). B. a. B. **13**/2, 15—89.
—, 1926: On the nature and the conditions of the formation of esculent roots. (4 Textfig.) (Russ. m. engl. Rés.) B. a. B. **16**/1, 3—36.
—, 1929: The oleiferous plants and root crops of the family Cruciferae (Russian with English Summary). (25 Taf., 108 Textfig. u. 2 Kart.) B. a. B. **19**/3, 630.
Skvortzov, B. V., 1929: Materials to the knowledge of the wild growing fruit plants of far East Asia. B. a. B. **22**/3, 213—239 russ., 238—239 engl.
Smith, H. B., 1927: Chromosome counts in the varieties of Solanum and allied wild species. Genetics **12**, 84—92. (1 Taf., 13 Textfig.)
Smith, E. P., 1917—1924: Studies in the genus Lupinus. Bull. Torrey Bot. Club. in Bd. **44** bis **51**.
Snell, K., 1919: Die Abstammung der Kartoffel. Der Kartoffelbau **3**, Nr. 14.
—, 1921: Kartoffelsorten. Vorarbeiten zu einer allgemeinen und speziellen Sortenkunde. (2 Taf., 10 Textfig.) Arb. Forschungsinstitutes f. Kartoffelbau H. 5, 79 S. 8°.
—, 1922: Die Unterscheidung und Bestimmung der Kartoffelsorten. Angew. Bot. **4**, 190—194.
—, 1929: Ergebnisse der Untersuchungen der Kartoffelsorten-Registerkommission bis zum Jahre 1929 einschließlich. Z. f. Pflanzenzüchtung. **15**, 239—274.
—, 1930: Vorarbeiten zu einer Sortenkunde der Futterrüben. (2 Taf.) Mitt. d. Biol. Reichsanstalt **39**, 63—79.
Snell, K. und Pfuhl, J. F. 1930: Beitrag zur Morphologie und Systematik der Weizensorten. **39**, 5—37. (3 Textfig.)
Sokuicki, O., 1928: Zur Zytologie der Gattung Prunus. Science Rep. Tokohu Imp. Univ. 4 Ser. **3**, 733—741.

*Solms-Laubach, H. Graf zu, 1899: Weizen und Tulpe und deren Geschichte. Leipzig, Felix.
—, 1902: Über unsere Erdbeeren und ihre Geschichte. Bot. Ztg. **65**, 1. Abt., 45—76.
Sorokin, S. P., 1929/30: On the establishment of characters in the classification of common millet *Panicum miliaceum* L. according to the shape of the panicle. B. a. B. **22/2**, 185 bis 230.
*Sperlich, A., 1923: Weitere Untersuchungen über die phyletische Potenz an reinen Linien und Freilandmaterial von *Alectorolophus hirsutus* All. (2 Textfig.) Z. f. i. A. u. V. **32**, 1—36.
Spillman, W. J., 1912: Chromosomes in wheat and rye. Science N. S. **35**.
Stadler, L. J., 1928: Genetic effects of X-rays in Maize. Proc. Acad. Sc. **14**, 69—75.
—, 1928: Mutations in barley induced by X-rays and radium. Science N. S. **68**, 186.
—, 1928: The rate of induced mutation in relation to dormancy temperature and dosage. Anat. Record **41**, 97.
*—, 1929: Chromosome number and the mutation rate in Avena and Triticum. (2 Tab.) Proceedings Nation. Academy of Sciences **15**, 876—881.
*—, 1930: Some genetic effects of X-rays in plants. (13 Textfig.) Jour. Heredity **21**, 3—19.
Stählin, A., 1928: Ein zytologischer Beitrag zur Frage nach den Verwandtschaftsbeziehungen der Saatluzerne (*Medicago sativa* L.). (4 Textfig.) Pflanzenbau **5**, 152—153.
—, 1929: Morphologische und zytologische Untersuchungen an Gramineen. Wissensch. Archiv f. Landw.: Pflanzenbau **1**, 330.
Stanton, L. R., 1923: Naked oats. (3 Fig.) Jour. Heredity **14**, 175—183.
Stanton, T. R. and Coffman, F. A., 1929: Yellow-kerneled Fatuoid Oats. (1 Taf., 4 Textfig.) Jour. Heredity, 66—70.
Stanton, T. R., Coffman, F. A. and Wiebe, G. A., 1921: Fatuoid or false wild forms in Fulghum and other Oat varieties. (74 Textfig.) Jour. Heredity **17**, 153—165, 213—226.
*Stapf, O., 1887: Die Pflanzenreste des Hallstätter Heidengebirges. Verh. Zool. Bot. Ges. Ges. Wien **36** 407—418.
*—, 1909: The history of the wheat. Rep. Brit. Assoc. Adv. Science, Winnipeg, 799—807.
*Staub, M., 1882: Prähistorische Pflanzen aus Ungarn. Engl. Bot. Jhrb. **3**, 281—287.
Stebler u. Volkart, 1908: Die besten Futterpflanzen.
*Stebutt, A., 1924: Über einige eurytope und stenotope Sommerweizenformen. Beitr. z. ldw. Pflanzenbau. Schindler Festschrift Parey, Berlin. 180—187.
Stein, E., 1926: Untersuchungen über die Radiomorphose von Antirrhinum. Z. f. i. A. u. V. 26, 1—87.
—, 1930: Weitere Mitteilung über die durch Radiumbestrahlung induzierten Gewebe-Entartungen in Antirrhinum und ihr erbliches Verhalten. Biol. Zentralbl. **50**, 129—158.
*Steven, Chr. v., 1856/57: Verzeichnis der auf der taurischen Halbinsel wildwachsenden Pflanzen. Bull. Soc. Imp. Nat. Moscou **30**, 235—398.
St. Hilaire, A., 1829: Lettre sur une variété remarquable de Mais du Brésil. Ann. scien. nat. I. série **16**, 143—145.
Stimmelmayer, S., 1913: Über eine kurzblütige, den Bienen zugänglichere Rotkleezüchtung. Bayer. Ackerbauzeitung Nr. 6 als Sonderbeilage zum Wochenblatt d. Landw. Vereine in Bayern **18**, 103, 23—24.
Stoletova, E. A., 1925: Emmer — *Triticum dicoccum* Schrank. (7 Taf.) (Russ. mit engl. Résumé.) B. a. B. **14**/1 27—111.
Stoll, H., 1902: Der Spelz, seine Geschichte, Kultur und Züchtung. Verlag Parey.
Stolze, K. V., 1925: Die Chromosomenzahlen der hauptsächlichsten Getreidearten nebst allgemeinen Betrachtungen über Chromosomenzahl und Chromosomengröße im Pflanzenreich. (54 Textfig.) Biblioth. genet. 8, 71 S.
*Stomps, T. J., 1919: Gigas-Mutation mit und ohne Verdoppelung der Chromosomenzahl. (3 Taf.) Z. f. i. A. u. V. **21**, 65—90.
Stout, A. B., 1928: A new hardy seedless grape. (4 Taf.) Jour. Heredity **19**, 316—323.
—, 1929: The development of seedless fruits by breeding. (3 Textfig.) Jour. of New York Botanical Garden **30**, 270—277.
Stout, A. and Clark, C., 1924: Sterility of wild and cultivated potatoes with reference to breeding from seed. U. S. Dep. Agr. Bull. **1195**, 1—32.
Strasburger, 1909: Über geschlechstbestimmende Ursachen. Histolog. Beiträge **7**, 41—47.
—, 1910: Über geschlechtsbestimmende Ursachen. Jhrb. wiss. Botanik **48**, 427—520.
Struve, W., 1930: Frühlingsfestigkeit der Wiesengräser und Kleearten. (1 Textfig.) Z. f. Pflanzenzüchtung **15**, 9—16.
Stubbe, H., 1930: Untersuchungen über experimentelle Auslösung von Mutationen bei *Antirrhinum majus* I. Z. f. i. A. u. V. **56**, 1—38.
—, 1930: Untersuchungen über experimentelle Auslösung von Mutationen bei *Antirrhinum majus* II. Dieselbe **56**, 202—232.

Stummer, A., 1911: Zur Urgeschichte der Rebe und des Weinbaues. Mitt. Anthropol. Ges. Wien **41**, 5.
Stummer, A. u. Frimmel, F., 1927: Beiträge zur Genetik des Weinstockes. Z. f. Pflanzenzüchtung **12**, 247—257.
Sturtevant, E. L., 1888: Notes on the history of the strawberry. Trans. Mass. Hort. Soc., 191—204.
*—, 1919: Notes on edible plants.
Sugiura, T., 1927: Some observations on the meiosis of the pollen mother cells in *Carica papaya*, *Myrica rubra*, *Aucuba japonica* und *Beta vulgaris*. (1 Textfig.) Bot. Magazine Tokyo **41**, 219—225.
Surface, F. M., 1916: Studies on oat-breeding III. On the inheritance of certain glume characters in the cross *Avena fatua* × *A. sativa* var. Kherson. Genetics **1**, 252—286.
Sutton, A., 1908: *Brassica crosses*. Jour. Linnean Soc. Botany **38**, 1908.
—, 1909: Notes on some wild forms and species of tuber bearing Solanums. Dieselbe **38**, 448.
—, 1911: C. R. d'expériences de croisements faites entre le pois sauvage de Palestine et les pois de commerce dans le but de découvrir entre eux quelques traces d'identité spécifique. IV. conf. génét. Paris, 358—367.
—, 1914: Results obtained by crossing a wild pea from Palestine with commercial types. Jour. Linnean Soc. Bot. **47**, 427—434. (3 Taf., 1 Textfig.)
Sveshnikova, L. N., 1927: Karyological studies on Vicia. (4 Taf., 2 Textfig.) B. a. B. **17/3**, 37—72.
—, 1929: *Vicia sativa* L. and *Vicia cracca* L. (1 Taf., 13 Textfig.) (Russisch mit englischer Zusammenfassung.) Annalen der Landwirtschaftl. Timirjasev Akademie bei Moskau **4**, 1—22.
—, 1930: Reduction division in the hybrids of Vicia. (3 Textfig.) (Russisch.) Proceedings of the U. S. S. R. Congress of Genetics, Plant- and Animal-Breeding (10. — 16. I. 1929). **2**, 447—452.
—, 1928: Die Genese des Kerns in Genus Vicia. (1 Taf., 5 Textfig.) V. Int. Kongr. Vererb., Z. f. i. A. u. V., Suppl.-Bd. **2**, 1415—1421.

*Täckholm, G., 1922: Chromosomenzahlen in der Gattung Rosa. Acta Horti Bergiani **7/3**, 97—381.
Takamine, N., 1916: Über die ruhenden und die präsynaptischen Phasen der Reduktionsteilung. Bot. Mag. Tokyo **30**, 293—303.
Tammes, T., 1924: Das genotypische Verhältnis zwischen dem wilden *Linum angustifolium* und dem Kulturlein, *L. usitatissimum*. Genetica V, 61—76. 17 Fig.
—, 1928: The genetics of the genus Linum. Bibliogr. genet. **4**, 1—36.
—, 1930: Die Genetik des Leins. Der Züchter **2**, 245—257.
Tedin, H. u. O., 1926: Contribution to the genetics of barley. I. Type of spike, nakedness and hight of plants. Hereditas **7**, 151—160.
Tedin, O., 1927: Contribution to the genetics of barley. II. The development of kernelbasis and its relation to density. Dieselbe **9**, 303—312.
—, 1929: Contribution to the Genetics of Barley. III. Development of the Lateral Florets. Dieselbe **12**, 352—357.
Tenkin, T. P., 1925: Natural Crossing in Wheat. Welsh Jour. of Agriculture **1**, 104—109.
*Teräsvuori, K., Die Eisenbahn als Verbreiter von Unkräutern. Vortrag in d. Finn. Akad. Wiss. 1930.
Thellung, A., 1911: Über die Abstammung, den systematischen Wert und die Kulturgeschichte der Saathafer-Arten (*Avenae sativae* Cossan). Vierteljahrsschr. Züricher Naturf. Gesellsch. **56**, 331—338, Taf. XXIV—XXV.
—, 1916: Über die Abstammung der Saathaferarten. Sitzungsber. Schweiz. bot. Ges. Heft 24/25, XXVII—XXVIII.
—, 1912: Über die Abstammung der Saathaferarten. Viertelj. Nat. Ges. Zürich **56**, 293 bis 350.
*—, 1918: Neuere Wege und Ziele der botanischen Systematik, erläutert am Beispiele unserer Getreidearten. Nat. Woch. N. F. **17**, 449—458, 465—474. (3 Fig.)
*—, 1922: Bemerkungen zu dem Aufsatz von C. Regel: Über den Ursprung der Getreidearten. Dieselbe N. F. **21**, 494—495.
*—, 1925: Kulturpflanzeneigenschaften bei Unkräutern. Festschr. Schröter. Veröff. geobotan. Inst. i. Zürich, 3. Heft, 745—761.
—, 1927: L'origine de la carotte et du radis cultivés. Rev. Bot. appliquée et d'Agr. coloniale **7**, 666—671.
—, 1928: Die Übergangsformen vom Wildhafertyp (*Avenae agrestes*) zum Saathafertyp (*Avanae sativae*). Rec. Trav. Bot. Néerland. **25**, 416—444.

†Thellung, A., 1930: Die Entstehung der Kulturpflanzen. Naturwissenschaften und Landwirtschaft, Heft 16, 91 S.
Thompson, W. P., 1925: The correlation of characters in hybrids of *Tr. durum* and *Tr. vulgare*. Genetics **10**, 285—304.
—, 1926: Chromosome behavior in a cross between wheat and rye. Genetics **11**, 317—332.
—, 1926: Chromosome behavior in triploid wheat hybrids. Jour. Genetics **17**, 43—48.
—, 1930: Shrivelled endosperm in species crosses in wheat, its cytological causes and genetical effects. Genetics **15**, 99—113. (8 Tab., 7 Textfig.)
Thompson, W. P. and Cameron, D. R., 1928: Chromosome numbers in functioning germ cells of species-hybrids in wheat. Genetics **13**, 456—469.
Thompson, W. P. and Hollingshead, L., 1927: Preponderance of dicoccumlike characters and chromosome numbers in the hybrids between *Triticum dicoccum* and *T. vulgare*. Jour. Genetics **17**, 283—308.
*Thoms, H., 1913: Über die Beziehungen der chemischen Inhaltsstoffe zum phylogenetischen System. Jahresber. Ver. angew. Botanik **11**/1, 19—29.
*—, 1927: Die Phytochemie als Hilfsmittel zur Lösung phylogenetischer Fragen. Handb. d. biol. Arbeitsmeth. Abt. 11, T. 3, H. 6, 865—997.
Tischler, G., 1906: Über die Entwicklung des Pollens und der Tapetenzellen bei Ribes-Hybriden. Jahrb. wiss. Bot. **42**, 545.
—, 1918: Untersuchungen über den Riesenwuchs von *Phragmites communis* var. *Pseudodonax*. Ber. dtsch. bot. Ges. **36**, 549—559. (1 Taf.)
—, 1927: Chromosomenstudien bei *Ribes Gordonianum* und seinen Eltern. Planta **4**, 617 bis 650. (30 Textfig.)
*—, 1927: Pflanzliche Chromosomen-Zahlen (abgeschlossen 15. 7. 26). Tabulae Biologicae E. W. Junk, herausgeg. v. C. Oppenheimer u. L. Pincussen, **4**, 1—83.
—, 1928: Über eigenartige Chromosomenbindung bei *Ribes Gordonianum* (*R. sanguineum* × *aureum*). V. Int. Kongr. Vererb., Z. f. i. A. u. V., Suppl.-Bd. **2**, 1487—1494.
*—, 1928: Über die Verwendung der Chromosomenzahl für phylogenetische Probleme bei den Angiospermen. Biol. Zbl. **48**, 321—345.
*—, 1929: Verknüpfungsversuche von Zytologie und Systematik bei den Blütenpflanzen. Ber. Dsch. Bot. Ges. **47**, 30—49. (3 Textfig.)
*—, 1931: Pflanzliche Chromosomenzahlen. 1. Nachtrag. Tabulae Biologicae VII, 109—226.
Tjebbes, K., 1921: Afwijkende resultaten bij boonen-kruisingen. Handel. Nederl. Natuur en Geneesk. Congres Utrecht.
—, 1927: Die Samenfarben in Kreuzungen von *Phaseolus vulgaris* × *multiflorus*. Hereditas IX, 199—208.
Tjumjakoff, N. A., 1930: Fertility and comparative morphology of the rye-wheat hybrids of balanced type. (2 Textfig.) (Russisch mit englischer Zusammenfassung.) Proceedings of the U. S. S. R. Congress of Genetics Plant- and Animal-Breeding (10.—16. I. 1929.) **2**, 497—508.
Trabut, L., 1910: Contribution à l'étude de l'origine des avoines cultivées. Bull. agr. Algér. Tunis 16. année 1910, 353—363. (6 Fig.)
—, 1911 (1913): Observations sur l'origine des avoines cultivées. IV. Conf. int. Gén. Paris, 336—346. (10 Fig.)
—, 1911: L'indigénat de la Fève. Bull. Soc. bot. France **58**, 3—7.
—, 1914: Origin of cultivated oat. Jour. Heredity **5**, 56—85. (10 Fig.)
—, 1916: Pyronia (hybrid between Pyrus and Cydonia). Ebenda **7**, 416—419. (2 Textfig.)
—, 1917: Origine hybride de la luzerne cultivée. C. R. Ac. Sc. Paris **164**, 607—609.
—, 1919: Un hybride nouveau d'Aegilops: Triticum Rodeti (*Aeg. ventricosa* × *T. durum*). (1 Taf.) Bull. Soc. bot. France **66**, XXVIII—XXX.
Transchel, W., 1927: Die Arten der Gattung Beta. B. a. B. **17**/2, 203—224.
*Troeltsch, E. v., 1902: Die Pfahlbauten des Bodenseegebietes. Stuttgart.
Troitzky, N., 1928: A contribution to the question of the role played by hybridisation in the formation of species. B. a. B. **19**/2, 213—231.
—, 1930: The vegetation of Georgia as one of its natural resources. B. a. B. **22**/5. 79—106.
Trouard-Riolle, Y., 1914: Recherches morphologiques et biologiques sur les radis cultivés. (155 Fig.) Ann. Sc. Agron. Franc. et Etrang. **31**, 295—322; 346—550.
—, 1916: Hybridation entre une crucifère sauvage et une crucifère cultivée à racine tubérisée. C. R. Ac. Sc. Paris **162**, 511—513.
—, 1920: Les hybrides de Raphanus. Rev. Gén. Bot. **32**, 438—447. (3 Fig.)
Tschermak, E. v., 1906: Über Züchtung neuer Getreidearten mittels künstlicher Kreuzung. Ztschr. Landw. Versuchswesen i. Oest **9**, 699—742.
—, 1912: Bastardierungsversuche an Levkojen, Erbsen und Bohnen mit Rücksicht auf die Faktorenlehre. Z. f. i. A. u. V. **7**, 81—234.
—, 1913: Über seltene Getreidebastarde. Beitr. z. Pflz.zucht **3**, 49—61.

Tschermak, E. v., 1914: Über die Vererbungsweise von Art- und Gattungsbastarden innerhalb der Getreidegruppe. Mitt. Landw. Lehrkanz. Hochsch. f. Bodenkultur Wien 1914, 763 (H. 4) u. Verh. d. Nat. u. Ärzte (1913).
*—, 1914: Die Verwertung der Bastardierung für phylogenetische Fragen in der Getreidegruppe. Z. f. Pflanzenzüchtung **2**, 291—312.
*—, 1915: Über die Notwendigkeit der Sammlung und Erhaltung unserer bewährten, noch unveredelten Getreidelandrassen. Wiener Landw. Ztg. Nr. 104, 559—761.
—, 1918: Beobachtungen bei Bastardierung gewöhnlicher Kulturhafer und Wildhafer. Z. f. Pflanzenzüchtung **6**, 207—209.
—, 1926: Einige moderne Fragen aus dem Gebiete der Getreidezüchtung. Fortschr. d. Landw. **1**/13.
—, 1927: Über seltene Getreide- und Rübenbastarde. V. Int. Genet. Kgr., Z. f. i. A. u. V., Suppl. **2**, 1495—1498.
—, 1928: Die Stammeltern unserer Getreidearten. Fortschr. d. Landw. 577.
—, 1929: Über seltene Weizen- und Haferbastarde und Versuche ihrer praktischen Verwertung. Beitr. z. Pflz.zucht **10**, 74—93.
—, 1929: Zur zytologischen Auffassung meiner *Aegilotricum*-Bastarde und der Artbastarde überhaupt. (1 Textfig.) Ber. dtsch. Bot. Ges. **47**, 253—161.
—, 1929: Kultur- und Wildhaferbastarde und ihre Beziehungen zu den sog. Fatuoiden. (2 Textfig.) Z. f. i. A. u. V. **51**, 450—481.
—, 1929: Ein neuer fruchtbarer Weizenbastard (*Triticum turgidum* × *Triticum villosum*). (2 Taf., 11 Textfig.) Forsch. a. d. Geb. d. Pflanzenbaus u. d. Pflanzenzüchtung. Festschrift Rümker, 69—80.
—, 1931: Über die praktische Verwertbarkeit der Weizen-Roggenbastarde. Dtsch. Ldw. Presse **58**, 29—30.
Tschermak, E. v. u. Bleier, H., 1926: Über fruchtbare *Aegilops*-Weizenbastarde. (2 Fig.) Ber. dtsch. Bot. Ges. **44**, 110—132.
Tumanian, M. G., 1929: A contribution to the study of cereals in the region of Van. B. a. B. **22**/2 322.
Tupikova, A., 1926: Botanico-agronomical investigations in annual vetches. B. a. B. **16**/1, 151—246.
*Turesson, G., 1922: The genotypical response of the plant species to the habitat. Hereditas **3**, 211—350.
*—, 1925: The plant species in relation to habitat and climate. Ebenda **6**.
*—, 1926: Habitat and genotypic changes. A reply. Ebenda **8**, 157—160.
*—, 1926: Die Bedeutung der Rassenökologie für die Systematik und Geographie der Pflanzen. Beih. z. Repertorium sp. nov. r. veg. **41**, 15—37.
—, 1927: Contributions to the genecology of glacial relics. Hereditas **9**, 83—101.
—, 1929: Ecotypical Selection in Sibirian *Dactylis glomerata* L. (6 Textfig.) Ebenda **12**, 335—351.
—, 1926: Studien über *Festuca ovina* L. I. Normalgeschlechtliche halb- und ganzvivipare Typen nordischer Herkunft. Ebenda **8**, 161—206.
—, 1930: Dasselbe II. Chromosomenzahl und Viviparie. (2 Textfig.) Ebenda **13**, 177—184.
—, 1931: Dasselbe III. Weitere Beiträge zur Kenntnis der Chromosomenzahlen viviparer Formen. Ebenda **15**, 12—16.
—, 1930: The selective effect of climate upon the plant species. Ebenda **14**, 99—152.
Tuteff, J., 1929: Der Weizen in Bulgarien. Angew. Botanik **11**, 439—455.

Ubisch, G. v., 1915: Analyse eines Falles von Bastardatavismus und Faktorenkoppelung bei Gerste. Z. f. i. A. u. V. **14**, 226—237.
—, 1916: Beitrag zu einer Faktorenanalyse von Gerste. Dieselbe **17**, 120—152.
—, 1919: II. Beitrag zu einer Faktorenanalyse von Gerste. Dieselbe **20**, 65—117.
—, 191: III. Beitrag zu einer Faktorenanalyse bei Gerste. Dieselbe **25**, 198—210.
—, 1923: IV. Beitrag zu einer Faktorenanalyse bei Gerste. Ber. dtsch. Bot. Ges. **41**, 79—84.
*Unger, F., 1857: Botanische Streifzüge auf dem Gebiet der Kulturgeschichte. I. Nahrungspflanzen des Menschen. Sitz.-Ber. Akad. Wiss. Wien. math.-nat. Kl. **23**, Abt. I, 159.
*—, 1859: Dasselbe. IV. Die Pflanzen des alten Ägyptens. Ebenda **38**, 69—206.
*—, 1862: Dasselbe. V. Inhalt eines alten ägyptischen Ziegels an organischen Körpern. Ebenda **45**.
*—, 1866: Dasselbe. VII. Ein Ziegel der Dashur-Pyramide nach seinen organischen Einschlüssen. Ebenda **54**.
*—, 1867: Dasselbe. VIII. Die organischen Einschlüsse eines Ziegels der alten Judenstadt Ramases in Ägypten. Ebenda **55**.
*Unger, Fr. u. Hruschauer, 1851: Über die im Salzberge von Halstatt vorkommenden Pflanzentrümmer. Sitz.-Ber. Ak. Wiss. Wien **7**.

Uphof, J. C. Th., 1922: Eine polymorphe F_1-Generation aus der Kreuzung von *Phaseolus vulgaris* und *Ph. multiflorus*. Z. f. i. A. u. V. **29**, 186—191.
Urban, J., 1873: Prodromus einer Monographie der Gattung *Medicago* L. Verh. bot. V. Prov. Brandenburg **15**, 1.
—, 1877: Bastarde von *Medicago falcata* L. und *Medicago sativa* L. Dieselben **19**, 125.

Vakar, B. A., 1930: Cytological investigation of hybrids between *Triticum persicum* Vav. and other wheat species. (Russisch mit englischer Zusammenfassung.) (13 Textfig.) Proceedings of the U. S. S. R. Congress of Genetics, Plant- and Animal-Breeding, (10.—16. I. 1929) **2**, 187—196.
Valleau, W. D., 1916: Inheritance of sex in the grape. Amer. Natur. **50**, 554—564.
—, 1918: Sterility in the strawberry. Jour. Agr. Research **12**, 613—669.
—, 1923: The inheritance of flower types and fertility in the strawberry. Am. Jour. Botany **10**, 259—274, 47 Fig.
Vasiljev, B., 1929: On the cytology of speltoids. (Russisch mit englischer Zusammenfassung.) (1 Taf., 1 Textfig.) Bull. of the Bureau of Genetics **7**, 31—39.
Vavilov, N., 1913: Über den Weizenbastard *Triticum vulgare* Vill. ♀ × *Triticum monococcum* L. ♂ (russisch u. deutsch). B. a. B. **6**, 1—19.
—, 1913: Beiträge zur Frage über die verschiedene Widerstandsfähigkeit der Getreide gegen parasitische Pilze. Arb. Versuchsstat. f. Pflanzenzücht. a. Mosk. Ldw. Inst. I. Folge (russisch und deutsch).
—, 1913: Der gegenwärtige Stand der Frage nach der Immunität der Getreide gegen Pilzkrankheiten. Ebenda.
*—, 1914: Immunity to fungous diseases as a physiological test in genetics and systematics exemplified in cereals. Jour. Genetics **4**, 50—65.
—, 1917: On the origin of the cultivated rye. (Russisch mit englischem Resumé.) (4 Taf.) B. a. B., **10**, 561—590.
*—, 1918: Immunity of plants to infectious diseases (russisch und englisch). Ann. Acad. agron. Petrovskoe (près Moscou) **3**, 1—239 (221—239 engl.).
—, 1921: De l'origine d'orge à barbes lisses. (2 Taf.) B. a. B. **12**, 1—(52)—80.
*—, 1922: The law of homologous series in variation. Jour. Genetics **12**, 47—89.
—, 1923: A contribution to the classification of soft wheats. *Triticum vulgare* Vill. (russisch mit englischer Zusammenfassung). (4 Taf.) B. a. B. **13**, 149—257.
—, 1924: Intergeneric hybrids of melons, watermelons rud squashes. B. a. B. **14**/2, 1—36.
†—, 1925: Studies on the origin of cultivated plants. (Russisch mit englischer Übersetzung.) (6 Taf., 7 Textfig.) B. a. B. **16**/2, 1—248.
*—, 1927: World centres of the varietal riches (genes) of cultivated plants (russisch). Ann. of the State Institute of Experimental Agronomy **5**, 1—13.
*—, 1927: Geographical regularities in the distribution of the genes of cultivated plants (Prel. comm.). B. a. B. **17**/3, 411—428.
*—, 1928: Vortrag in Rom auf dem Internationalen landwirtschaftlichen Kongreß. Ref. in Österr. Bot. Zeitschr. **77**, 78.
*—, 1928: Geographische Genzentren unserer Kulturpflanzen. (5 Taf., 6 Textfig.) V. Int. Kongreß. Vererb., Z. f. i. A. u. V., Suppl. **1**, 342—369.
*—, 1929: The present state of the problem on the origin of cultivated plants (russisch). Prirola **5**, 403—422.
—, 1929: La localisation géographique de gènes du blé dans le monde (russisch). (1 Textfig.) Comptes Rendus de l'Academie des Sciences de l'U. S. S. R. **11**, 265—270.
*—, 1930: The problems of the origin of cultivated plants and domestic animals, as conceived at the present time (russisch). (2 Textfig.) Proceedings of the U. S. S. R. Congress of Genetics, Plant and Animal-Breeding (10.—16. I. 1929) **2**, 5—18.
*—, 1931: The role of Central Asia in the origin of cultivated plants. B. a. B. **16**/3, 1—44.
*—, 1931: Mexico and Central America as the principle centre of origin of cultivated plants of New World. B. a. B. **16**/3, 135—199.
—, 1931: Wild progenitors of the fruit trees of Turkistan and the Caucasus and the problem of the origin of fruit trees. Rep. a. Proc. IX. Intern. Horticult. Cgr. London 1930.
*—, 1931: The problem of the origin of the world's agriculture in the light of the latest investigations. Address 2. Intern. Cgr. Hist. Sc. a. Technol. London July 1931.
*†Vavilov, N. and Bukinich, D. D., 1929: Agricultural Afghanistan (russisch). (318 Textfig. u. 6 Karten.) Supplement **33** to the B. a. B. 534 + XXXII S.
Vavilov, N. u. Jakushkina, O., 1925: A Contribution to the Phylogenesis of Wheat and the Inter-Species Hybridisation in Wheats. (A hybridological analysis of the species *Triticum persicum* Vav.) Russisch mit englischem Resumé. (3 Textfig.) B. a. B. **15**, 3—159.

Verne, C., 1912: Sur le *Solanum Maglia* et *tuberosum*. C. R. Ac. Sc. Paris **155**, 505—509.
Vestergaard, H. A. B., 1920: Jagttagelser vedrørende troeligheds forhold hos Lupin, Hvede og By. Tidsskr. f. Planteavl. 502—509 (Københ.).
Viala, P. et Vermorel, V., 1910: Traité général de viticulture. Ampélographie. Paris 1901 bis 1910; Bd. I.
Vilmorin, E. de, Le fraisier in: Decaisne: Le jardin fruitier du Museum vol. IX, Paris 1762 bis 1775.
Vilmorin, Louis L., de, 1850: Essai d'un catalogue méthodique et synonymique des froments. Paris.
—, 1853: Note sur un projet d'expérience ayant pour but d'augmenter la richesse saccharine de la betterave. Bull. séanc. Soc. Imp. Agric., 2. sér. **6**, 169.
—, 1880: Les meilleurs blés, Paris, Gauthier, Supplément 1908.
Vilmorin, M. H., 1880: Essais de croisements entre blés différents. Bull. Soc. Bot. Fr. **27**, 356—361; 1883: Soc. Bot. Fr. **30**, 58—63.
Vilmorin, H. de, 1898: Perpetuel strawberries. Jour. Roy. Hort. Soc. **22**, 311—326.
Vilmorin, Ph. de, 1913: Sur les hybrides anciens de *Triticum* et d'*Aegilops*. Rapports IVième Conf. int. Genetique, Paris 1911, 317—319.
Vilmorin, J. de, 1920: L'isolement des betteraves à sucre destineés à la graine. C. R. Ac. Agr. France (14. April).
Vilmorin, J. L. de, 1923: L'hérédité chez la betterave cultivée. Thèse Paris, Gauthiers-Villars, 127 S.
†Vilmorin-Andrieux, 1925: Les plantes potagères.
Vilmorin, R. de et Simonet, M., 1928: Recherches sur le Nombre des Chromosomes chez les Solanées. (74 Textfig.) V. Int. Kongr. Vererb., Z. f. i. A. u. V., Suppl. **2**, 1520—1536.
—, 1927: Variations du nombre des chromosomes chez quelques Solanées. C. R. Ac. Sc. Paris **184**, 164—166.
Vinogradov-Nikitin, P., 1929: Fruit and nourishing trees in the forests of Transcaucasia. B. a. B. **22/3**, 3—211 (russisch); 197—211 (englisch).
*Viollier, D., Sulzberger, Scherer, Schlaginhaufen, Heschler u. Neuweiler, E., 1924: X. Pfahlbautenbericht. Mitt. Antiqu. Ges. Zürich **29**.
*Viollier, D., Tschumi, O., Ischer, Th., 1930: XI. Pfahlbautenbericht. Ebenda **30/6**.
*Viollier, D., Vouga, Tschumi, O. u. Rytz, W., 1930: XII. Pfahlbautenbericht. Ebenda **30/7**.
Volkart, A., 1902: Dreifelder- und Egertenwirtschaft in der Schweiz. Forsch. a. d. Gebiete d. Ldw.
Voronov, G. N., 1925: Wild growing progenitors of the fruit trees und bushes in the Caucasus and in Western Asia. B. a. B. **14/3**, 44—72.
—, 1925: Materials for the knowledge of the wild pears (Pyrus s. str.) in the Caucasus. B. a. B. **14/3**, 73—90.

Wacker, J., 1918: Die Förderung des Dinkelbaus in Württemberg durch die Saatzuchtanstalt. Festschr. z. Feier d. 100jähr. Best. d. Kgl. Württ. Ldw. Hochsch. Hohenheim 274—293.
Waldo, G. E. and Darrow, G. M., 1928: Hybrids of the hautbois strawberry. Jour. Heredity **19**, 509—510.
Waldron, L. P., 1925: An Alfalfa bud mutation. Jour. Heredity **16**, 423.
*Wanser, H. M., 1922: Photoperiodism in wheat. A determining factor in acclimatization. Science N. S. **56**.
†Warburg, O. und Someren Brand, J. E. van, 1908: Kulturpflanzen der Weltwirtschaft. (12 kolor. Taf. u. 653 Fig.) Leipzig.
Watkins, A. E., 1924: Genetic and Cytological studies in Wheat I. Jour. Genetics **14**, 129—172. (78 Textfig.)
—, 1924: Genetic and Cytological studies in Wheat II, Ebenda **15**, 323—366.
—, 1927: Genetic and Cytological studies in Wheat III. Ebenda **18**, 375—396.
—, 1927: Genetic and Cytological studies in Wheat IV. Ebenda **19**, 81—96.
—, 1930: The wheat species — a critique. Ebenda **23**, 173—258.
Weatherwax, P., 1918: The evolution of maize. Bull. Torrey Bot. Club **45**, 309—342.
—, 1923: The story of the Maize Plant. (174 Fig., 261 Taf.) Univ. Chicago Science Series; Univ. Chicago Press 247 S.
*Weberbauer, A., 1911: Die Pflanzenwelt der peruanischen Anden. Die Vegetation d. Erde 8 und **12**.
Weese, J., 1924: Zur Kenntnis der Anatomie der Samen eines Linsen-Wickenbastards. Mitt. bot. Labor. Techn. Hochsch. Wien 5.
Weidner, 1920: Winterflachs. Mitt. d. Forsch.-Inst. Sorau I, 91.

Wein, K., 1914: Deutschlands Gartenpflanzen um die Mitte des 16. Jahrh. Beih. Bot. Ctbl. **31**, Abt. II, 491.
Weinzierl, R. v., 1895: Eine neolithische Ansiedlung oberhalb Kl. Czernosek an der Elbe. Z. f. Ethnol. **27**, 686.
*Weinzierl, Th. v., 1914: Neue Akklimatisationsrassen von Gramineen. Verh. 85, Vers. Ges. dtsch. Naturf. u. Ärzte, Wien 1913, 632—635.
—, 1914: Meine Gräserzüchtungen (Akklimatisationsrassen). (39 Textfig.) Jahrb. d. Erfahrg. Weidewirtsch., Hannover **3**, 96 S.
*Weissmann, 1872: Über den Einfluß der Isolierung auf die Artbildung. Leipzig, Engelmann.
Wellensiek, S. J., 1925: A genetic monograph on *Pisum*. Bibliogr. genet. **2**, 343—476.
—, 1929: Mutations in *Pisum*. Z. f. i. A. u. V. **50**, 304—313. (5 Textfig.)
*Werner, O., 1918: Blatt-Aschenbilder heimischer Wiesengräser als Mittel ihrer Verwandtschafts- und Wertbestimmung. (7 Textfig.) Biologia generalis **4**, 403—446.
*Werth, E., 1928: Zur Kenntnis des postglazialen Klima- und Vegetationswechsels. Ber. dtsch. Bot. Ges. **46**, 328.
*—, 1928: Der fossile Mensch. Berlin. 898 S.
*—, 1929: Zur Klimatologie, Pflanzengeographie und Geschichte des Europäischen Ackerbaues. Ber. dtsch. Bot. Ges. **47**, 34—43. (1 Textfig.)
Westgate, 1911: Variegated Alfalfa. U. S. Dep. Agr. Bur. Plant Ind. Bull. Nr. 169, Washington.
*Wettstein, R. v., 1895: Der Saisondimorphismus als Ausgangspunkt für die Bildung neuer Arten. Ber. dtsch. Bot. Ges. **13**, 303—313.
*—, 1900: Der gegenwärtige Stand unserer Kenntnisse betreffend die Neubildung von Formen im Pflanzenreich. Dieselben **18**, (184)—(200). Gen. vers. Heft.
—, 1903: Über den Pfahlbaulein; in Wiesener: Die Rohstoffe des Pflanzenreiches. 2. Aufl., 276—278.
*—, 1925: Die Bedeutung der sero-diagnostischen Methode für die phylogenetisch-systematische Forschung. Sammelreferat. Z. f. i. A. u. V. **36**, 438—441.
Wexelsen, H., 1928: Chromosome numbers and morphology in *Trifolium*. (4 Textfig.) Berkeley, Univ. California Publ., 22 S.
*White, O. E., 1926: Geographical distribution and the cold-resisting character of certain herbaceous perennial and woody plant groups. Brooklyn. Bot. Garden **15**, 1—10.
Wight, W. F., 1915: The varieties of plums derived from native American species. U. S. Dep. Agr. Bull. 172.
—, 1916: Origin, introduction and primitive culture of the potato. Proc. 3. ann. meeting of the potato-Association of America 35—49.
*Wille, N., 1905: Über die Schübelerschen Anschauungen in betreff der Veränderungen der Pflanzen in nördlichen Breiten. Biol. Ctbl. **25**, 561—574.
Willkomm, M., 1896: Grundzüge der Pflanzenverbreitung auf der iberischen Halbinsel. Bd. I von Engler-Drude: Die Vegetation der Erde.
Willkomm u. Lange, 1870: *Prodromus florae Hispanicae*.
Winge, O., 1919: On the relation between number of chromosomes and number of types, in *Lathyrus especially*. (1 Taf.) Jour. Genetics **8**, 133—138.
—, 1924: Zytologische Untersuchungen über speltoide und andere mutantenähnliche Aberranten beim Weizen. Jour. Heredity **5**, 241—286.
*—, 1924: Contributions to the knowledge of Chromosome numbers in plants. La Cellule **35**, 305—324. (2 Textfig.)
Witte, H., 1915: Om timotejen, dess historia, odling och formrikedom samt om förädlingsarbetena med detta vallgras på Svalöf. (Mit dtsch. Res.) Sver. Uts. För. Tidskr. **25**, 222—230.
Wittmack, L., 1879: Über antiken Mais aus N.- u. S.-Amerika. Berl. anthropol. Ges. 87.
*—, 1880: Antike Samen aus Troja und Peru. Monatsschr. Ver. Beförd. Gartenbau i. Preuß. Staaten 120.
—, 1884: Über eine neue Gerstenvarietät. Hordeum vulgare var. Horsfordianum, Ber. dtsch. Bot. Ges. **2**, 61.
—, 1886: Der bespelzte Mais *Zea Mays tunicata* Larr. (1 Fig.) Dtsch. Gartenztg. I, Nr. 11, 128.
*—, 1886: Unsere jetzige Kenntnis vorgeschichtlicher Samen. Ber. dtsch. Bot. Ges. **4**, XXXI.
—, 1887: Beschreibung der Pflanzenfunde in Reiß u. Stübel: Das Totenfeld von Ancon.
—, 1888: Die Heimat der Bohnen und Kürbisse. Ber. dtsch. Bot. Ges. **6**, 374 u. Naturw. Wochenschr. **5**, 1890, 337—339.
*—, 1888: Die Nutzpflanzen der alten Peruaner. Congrès international des Américanistes 7. Sitzung, Berlin, 325.
*—, 1890: Samen aus den Ruinen von Hissarlik. Verhdl. Berl. anthr. Ges. Ztschr. Ethnologie **22**, (614)—(626), 614.

Wittmack, L., 1890: Über die Stammpflanzen des gemeinen Roggens *Secale cereale*. Verh. bot. Ver. Pr. Brandb. **32** (1891), XXXII—XXXIV; darin abgedruckt ein Aufsatz von: Batalin, A. (Petersb.): Das Perennieren des Roggens XXIX—XXXII.
—, 1894: Der Mais auf der Weltausstellung in Chigaco. Dtsch. Landw. Presse **24**.
—, 1897: Bohnen aus altperuanischen Gräbern. Sitz.-Ber. Bot. Ver. Prov. Brandb. **21**, 176 bis 184.
—, 1902: Unsere Gemüsepflanzen und ihre Geschichte. Nachr. Kl. d. Ldw. **446**, 4013.
*—, 1902: Über prähistorische Samen bei Bos-öjük in Phrygien. Sitz.-Ber. Ges. naturf. Freunde.
*—, 1903: Über die in Pompeji gefundenen Pflanzenreste. Engl. bot. Jahrb. **33**, Beiblatt 73, 38.
—, 1907: Funde in alten chilenischen Gräbern. Ber. dtsch. Bot. Ges. **25**, 479—482.
—, 1909: Die Stammpflanze unserer Kartoffel. Ldw. Jahrb. Erg. V, **38**, 551—605.
—, 1909: Studien über die Stammpflanze der Kartoffel. Ber. dtsch. Bot. Ges. **27**, (28)—(42).
—, 1911: Botanische Fragen in Beziehung zur Kartoffelzüchtung. Illustr. Landw. Ztg. Nr. 29. 289—291.
—, 1913: Neueres über die Kartoffel und die Kartoffelpflanze. Ill. Ldw. Ztg. Nr. 15, 128—131.
—, 1913: Einige wilde knollentragende *Solanum*-Arten. Ber. dtsch. Bot. Ges. **31**, Gen.vers.-heft (10)—(34).
—, 1914: Einige neue *Solanum*-Arten aus der *Tuberarium*-Gruppe. (3 Fig.) Bot. Jahrb., Festband f. Engler, Suppl.-Bd. **50**, 539—555 (hierin Bitter 546—555).
—, 1914: Die Kartoffel und ihre wilden Verwandten. Nachr. Klub d. Landwirte Nr. 578.
—, 1917: Abbau und Verdrängung der Kartoffelsorten. Ill. Landw. Ztg. 114.
*—, 1922: Landw. Samenkunde. Berlin, Parey.
—, 1925: Die drei breitblätterigen Schwingelarten. Edler Festschrift 217—225. Forschungsarb. a. d. Landwirtsch.
—, 1926: Zur Systematik des Weizens. Ill. Landw. Ztg. **46**, 375.
—, 1927: Zur Geschichte und Systematik der Lupine. Dieselbe **47**, 337—338.
Woodworth, C. M., 1922: The extent of natural cross-pollination in soybeans. Jour. Amer. Soc. Agron. **14**, 278—283.

Yarnell, S. H., 1929: Notes on the somatic chromosomes of the seven-chromosome group of *Fragaria*. (2 Taf.) Genetics **14**, 78—84.

Zacharias, E., 1903: Über den mangelhaften Ertrag der Vierländer-Erdbeere. Verh. nat. V. Hamburg, III. Folge, **11**. Jahrg.
—, 1907: Über Degeneration bei Erdbeeren. Jahresber. Ver. Vertret. angew. Bot. **4**, 14.
—, 1912: Über das teilweise Unfruchtbarwerden der Lübecker Johannisbeere (*Ribes pallidum* O. u. D.) Jahrb. Hamb. Wiss. Anst. **29**, 1911, 3. Beih., 129—149.
Zade, A., 1912: Der Flughafer. Arb. dtsch. Ldw. Ges. **279**, 91 S.
—, 1912: Die Zwischenformen von Flughafer (*A. fatua*) und Kulturhafer (*A. sativa*). Fühlings ldw. Ztg. **61**, 369—384.
*—, 1914: Serologische Studien an Leguminosen und Gramineen. Z. f. Pflanzenzüchtung **2**, 101—151. (4 Textfig.)
—, 1918: Der Hafer. Eine Monographie auf wissenschaftlicher und praktischer Grundlage. (31 Textfig.) Jena, G. Fischer, 355 S.
†—, 1921: Werdegang und Züchtungsgrundlagen der landwirtschaftlichen Kulturpflanzen. (30 Textfig.) Aus Natur und Geisteswelt **766**, Teubner, Leipzig u. Berlin, 104 S.
*—, 1922: Die Sortenunterscheidung mit Hilfe des biologischen Eiweißdifferenzierungsverfahrens. Beitr. z. Pflanzenzucht **5**, 170—181.
*—, 1925: Die verwandtschaftlichen Beziehungen zwischen den Varietäten der Gerste, ermittelt mit Hilfe neuer, serologischer Versuche. Edler-Festschrift, Berlin, Parey, 226—230.
Zalensky, V. R. and Doroshenko, A. V., 1925: Cytological investigation of rye-wheat hybrids. B. a. B. **14**/1, 185—209. (4 Textfig.)
*Zederbauer, E., 1923: Versuche über Saisondimorphismus und verwandte Erscheinungen bei Ackerunkräutern. Oest. bot. Z. **72**, 223—230. (2 Taf.)
Zhiteneva, N. E., 1929: Sammelreferat über Kürbisse (russisch: hier vollständige Literatur). B. a. B. **23**/3, 343—356.
—, 1930: The world's assortment of pumpkins (*C. pepo*). B. a. B. **23**/3, 157—205—207.
Zhukovsky, P. M., 1923: Wild and cultivated *Tr. monococcum* in Georgia. Bull. of the Scient. Appl. Section of the Bot. Gard. in Tiflis, Ed. III.

Zhukovsky, P. M., 1923: *Triticum persicum* Vav. in Transcaucasia (russisch mit engl. Res.). (2 Taf., 7 Textfig.) B. a. B. **13**, 45—58.
—, 1928: A contribution to the knowledge of the genus *Lupinus* Tourn. B. a. B. **21/1**, 1929, 241—294.
—, 1928: A new wild growing form of rye in Anatolia. B. a. B. **19**/2, 49—58.
Ziegler, A. und Branscheidt, P., 1927: Pollenphysiologische Untersuchungen an Kern- und Steinobstsorten in Bayern und ihre Bedeutung für den Obstbau. (4 Taf., 10 Tab.) Berlin, Parey, 104 S.
— —, 1927: Untersuchungen über die Rebenblüte. Ang. Bot. **9**, 340—415.
*Zillich, R., 1926: Über den Lichtgenuß einiger Unkräuter und Kulturpflanzen. Fortschr. d. Ldw. **1**, 15.
*Zinger, 1913: (Singer): Über Anpassung von Unkräutern. Festschr. f. Kusnezow 179—190.
Zimmermann, A., 1922: Die Cucurbitaceen. (194 Fig.) 2 Hefte. Jena.

Tabelle 43. Die kleinen Leguminosen (zu S. 258ff.)

1	2	3	4	5	6	7	8	9
	Heimat	in Kultur genommen	heutiges Vorkommen	Alter in Deutschland bzw. Mitteleuropa und Vorkommen	Kultur	Chromosomenzahl	Lebensform	Literatur
Trifolium repens L., Weißklee	Europa — Asien	wilder Typus	wild und kultiviert	frühdiluvialer Bestandteil der europäischen Flora	in Wiesen unbewußte Kultur, in ganz Europa außerdem heute gebaut	8 12 14 16	perenn	BLEIER 1925 a u. b; ERITH 1924; KARPETSCHENKO 1925; LISSITZYN 1925; WEXELSEN 1928, 1929
Trifolium pratense L., Rotklee	Mittel- und Nordeuropa und Asien	wilder Typus, *Tr. pratense spontaneum* WILLK.	wild und kultiviert	alter Bestandteil der mittel- und nordeuropäischen Wiesenflora	wird in Südeuropa in älterer Zeit nicht erwähnt. Ab 17. Jahrhundert in nördlichen Ländern in Kultur. Zuerst in Flandern 16. Jahrhundert. Unter dem Großen Kurfürsten nach Deutschland. — Verbreitet Ende des 18. Jahrhunderts durch SCHUBART und THAER	6? 7	perenn und zweijährig	BAUR 1928; BLEIER 1925 a u. b; CHRISTOPH 1926; KARPETSCHENKO 1925; LISSITZYN 1925; STIMMELMAYER 1913; WEXELSEN 1928, 1929; LINDHARD 1921; WITTMACK 1922; ASCHERSON und GRAEBNER Synopsis. VI; STEBLER und VOLKART 1908
Trifolium hybridum L., Schwedenklee, Alsikeklee	Europa, Vorderasien, Kleinasien bis Sibirien	von LINNÉ für Bastard *pratense* × *repens* gehalten; wilder Typus	wild und kultiviert	wohl alter Bestand, nicht häufig, aber überall verstreut a) auf trockenen kalkreichen Triften, b) auf feuchten Wiesen	taucht auf, nachdem *Tr. pratense* in Kultur genommen war. Zuerst Mitte des 19. Jahrhunderts in Schweden (Alsike) angebaut	8	perenn	BBEIER 1925 a u. b; KARPETSCHENKO 1925; WEXELSEN 1928
Trifolium incarnatum L., Inkarnatklee	Südeuropa, bes. Spanien, von der Biskaya bis Algier	aus spanischem Wildbestande	wild in Südeuropa	in Mitteleuropa nur kultiviert und verwildert	Anfang des 19. Jahrhunderts aus Spanien über Frankreich, Belgien nach Deutschland	7 8	einjährige Art	BLEIER 1925 a u. b; KARPETSCHENKO 1925; WEXELSEN 1928
Trifolium medium L.	Fast ganz Europa, Kleinasien, Persien, Sibirien	mit Rotklee zusammen	wild, selten kultiviert	Waldflora Europas	Kultur nicht bewährt	40—48		BLEIER 1925a; KARPETSCHENKO 1925
Medicago lupulina, Gelbklee	fast ganz Europa, gemäßigtes Asien und Nordafrika	wilder Typus	wild und kultiviert	alter Bestandteil kalkreicher Böden Mitteleuropas	erst in neuerer Zeit; sonst oft beigemischt	8	perenn oder zweijährig	KARPETSCHENKO 1925
Medicago falcata L., Sichelklee	fast ganz Europa (außer der arktischen Zone). Vorder- und Mittelasien. Südsibirien bis zum Baikalsee	wilder Typus	wild	alter Bestandteil der mittel- und nordeuropäischen Flora	ab 17. Jahrhundert, gleichzeitig mit Rotklee in Wiesenkultur eingebürgert	16	perenn	KARPETSCHENKO 1925
Medicago sativa L., blaue Luzerne (Alfalfa)	vom mittleren Anatolien bis Pamyr, Turkestan und Nordindien (Kaschmir), südlich bis Arabien	wilder Typus	im Gebiet wild, in Mitteleuropa nur kultiviert	im großen gebaut und verwildert	alte Kulturpflanze von Ägypten bis Turkestan. Bei Medern (medisch Gras), Griechen und Römern. Im 1. Jahrhundert in Spanien, im 16. Jahrhundert sehr verbreitet in Frankreich, kommt als „burgundisch Heu" nach Deutschland; heute bis Südwestrußland und Mongolei	16	perenn, Akklimatisationsrassen	Geschichte und Namen bei DE CANDOLLE. BELOW 1929; BUSSE 1925, 1926; GHIMPU 1928; KARPETSCHENKO 1925; STÄHLIN 1928; TRABUT 1917; WALDRON 1925; WITTMACK 1922; STEBLER und VOLKART 1908
Medicago media PERS., Sandluzerne	—	Bastard *sativa* × *falcata*; Formenkreis wilder Typus und Kulturbastarde	kultiviert und wild	erscheint überall im Kontakt von *sativa* und *falcata*, also erst nach Inkulturnahme von *falcata* (17. Jahrhundert)	—	16	perenn	BRAND 1911; BUSSE 1926; KONSTANTINOV 1927; TROITZKY 1928; URBAN 1873, 1877; WESTGATE 1911
Lotus corniculatus L. *Lotus uliginosus* SCHRK.,	Europa, gemäßigtes Asien, Nordafrika	wilder Typus	wild und kultiviert	alter Bestandteil unserer Wiesenflora, der Flora kalkhaltiger Böden	seit 17. Jahrh. in England; seit 1850 in Deutschland	— —	perenn	s. HEGI, Flora von Mitteleuropa Bd. IV/3
Anthyllis vulneraria L. Wundklee	Südeuropa, Nordafrika		wild und kultiviert		1858 zuerst in der Altmark gebaut	—	perenn	
Onobrychis sativa LAM., Esparsette	höhere Lagen des gemäßigten Europa u. Asien, Nordafrika		wild und kultiviert	alter Bestandteil der Flora kalkhaltiger trockener Böden, Steppenheiden Thüringens	im 15. Jahrhundert in Deutschland zuerst in Kultur genommen	—	perenn	
Ornithopus sativus BROT., Serradella	Sandböden in Spanien, Portugal und Nordafrika	wilder Typus	im Gebiet wild und kultiviert, in Mitteleur. nur kultiviert	gebaut in Mitteleuropa seit 19. Jahrhundert, verwildert	im 19. Jahrh. über Frankreich nach Deutschland	—	einjährig	WITTMACK, Landw. Samenkunde 1922

Tabelle 65. Die Verteilung der wichtigsten Kulturpflanzen nach ihrer Herkunft

	I Süd-West-Asien	II Indien	III Hochgebirgiges China Nepal	IV Mediterrangebiet	V Abessinien-Erythraea	VI Afrika andere Teile	VII Zentral-Asien	VIII Ost-Asien bis Ost-Europa	IX Asien bis Europa gemäßigt	X Mittel- und West-Europa	XI Mexico — Zentral-Amerika	XII Peru — Bolivien	XIII Amerika andere Teile
A Getreide	*Triticum vulgare* *Avena sativa* *Saccharum officinarum*	*Oriza sativa* *(Zea Mays ceratina)*	*Hordeum* — nackt *Avena* — nackt	*Triticum monococcum* *Triticum turgidum* *Avena byzantina* *Avena barbata*	*Triticum dicoccum* *Triticum durum* *Hordeum* — bespelzt *Avena abyssinica* *Eragrostis abyssinica*	*Andropogon Sorghum* *Oriza sativa* (Zentral-Afrika)		*Hordeum* — kurzgrannig *Panicum miliaceum* *Setaria italica*	*Avena sativa*	*Triticum Spelta* *Avena brevis* *Avena strigosa*	*Zea Mays*	*Zea Mays amylacea*	
B Verschiedenes	*Daucus Carota*			*Beta vulgaris*			*Daucus* (Ostgrenze)	*Fagopyrum esculentum*	*Daucus carota*			*Solanum tuberosum*	
C große Leguminosen	*Pisum*, *Lens*, *Cicer*, *Vicia faba* — kleinsamig	*Dolichos* *Vigna* *Phaseolus Lablab*	*Soja hispida* (bis Mandschurei)	*Cicer*, *Lens*, *Vicia faba* — großsamig *Lathyrus sativus* *Lupinus luteus* „ *angustifolius* „ *albus*	*Pisum* großsamig *Lens* „						*Phaseolus vulgaris* „ *multiflorus* „ *lunatus*	*Arachis hypogaea*	*Lupinus perennis* „ *polyphyllus*
D kleine Leguminosen	*Medicago sativa* *Trigonella foenum graecum*			*Ervum Ervilia* „ *monanthos* *Hedysarum coronaria* *Lathyrus Cicer* *Trifolium incarnatum* *Ornithopus sativus*					*Trifolium pratense* „ *repens* „ *hybridum* *Onobrychis sativa* (bis Nord-Afrika) *Medicago lupulina*				
E Cucurbitaceen		*Lagenaria vulgaris* (Süd-Asien)	*Cucumis sativus*	*Cucumis melo microcarpus*	*Lagenaria vulgaris* *Cucumis melo*	*Citrullus vulgaris* (Süd-Afrika)					*Cucurbita pepo* (bis Venezuela) „ *moschata* (do.) „ *ficifolia*	*Cucurbita maxima*	
F Cruciferen Öl, Rüben, Senf	*Brassica Rapa* (bis Europa) „ *juncea* „ *nigra* (bis Vorderasien) *Raphanus sativus* (do.) *Eruca sativa* *Lepidium sativum*		*Brassica sinensis* *Raphanus sinensis*	*Brassica Napus* „ *nigra* „ *oleracea* *Sinapis alba* (bis Mitteleuropa)					*Brassica Rapa*				
G Ölpflanzen	*Linum usitatissimum*	*Sesamum indicum*		*Olea europaea* *Linum usitatissimum*	*Guizotia abyssinica*	*Elaeis guinensis* (trop.) *Ricinus communis*	*Cannabis sativa*	*Papaper somniferum*					*Helianthus annuus* N.
H Gewürzpflanzen		*Piper nigrum* *Piper officinarum*									*Capsicum annuum*		
I Narcotica			*Thea sinensis*		*Coffea arabica*	*Cola vera* (Westafrika)	*Cannabis sativa*	*Papaver somniferum*			*Nicotiana tabacum* *Theobroma Cacao*	*Erythroxilon Coca* *Cinchona*	
K Faserpflanzen	*Linum* kleinsamig	(*Linum* kleinsamig) *Gossypium herbaceum*		*Linum* großsamig	*Gossypium arboreum*	*Gossypium arboreum* (Sudan)	*Cannabis sativa*				*Gossypium hirsutum* *Agave americana* „ *Sisalana*	*Gossypium barbadense*	
L Obst	a) Turkestan *Malus pumila* + *sylvestris* *Pirus communis* *Prunus divaricata* *Prunus domestica* *Prunus armeniaca* *Amygdalus communis* *Cydonia vulgaris* *Mespilus germanica* *Vitis vinifera* b) Transkaukasien *Malus pumila* + *sylvestris* *Pirus communis* *Prunus avium* *Prunus cerasus* *Prunus divaricata* *Prunus insititia* *Prunus domestica* (Bastard) *Vitis vinifera*	*Citrus medica* *Cocos nucifera* *Musa paradisiaca*	*Prunus persica* *Prunus armeniaca* *Citrus aurantium* „ *nobilis* *Morus nigra*	*Prunus avium* (Kleinasien) *Vitis vinifera* *Ficus carica* *Ceratonia siliqua*	*Ficus carica* *Phoenix dactylifera*		*Malus baccata*	*Malus baccata* (Ostasien) *Prunus persica* (Ostasien)	*Malus pumila* + *sylvestris* *Pirus communis* *Prunus avium* *Fragaria vesca* *Rubus sp.* *Ribes rubrum* etc. „ *grossularia*	*Fragaria collina* „ *elatior* *Vitis vinifera*	*Solanum lycopersicum*		*Fragaria americana* N. „ *virginiana* atl. N. „ *chiloensis* pac. S.-Am. *Vitis Labrusca* N. *Vitis Berlandieri* N.

BINDING LIST MAY 1 5 1933